2ª edición

Manual de fisioterapia

Juan Lois Guerra

Manual Moderno®

Manual de fisioterapia

Segunda edición

Manual de fisioterapia

Segunda edición

Dr. Juan Lois Guerra

Licenciado en Medicina y Cirugía,
Universidad de Santiago de Compostela, La Coruña, España.
Médico de Medicina General, Sistema Nacional de Salud Español.
Diploma de Especialidad en Medicina de Rehabilitación,
Instituto Nacional de Medicina de Rehabilitación,
Secretaría de Salud México.
Doctorado en el Departamento de Medicina Física y Rehabilitación,
Hidrología Médica, Universidad Complutense de Madrid, España.
Especialista en Acupuntura Humana por la
Universidad Autónoma de Chapingo y el
Instituto Nacional de Medicina Tradicional China, México.
Certificado por la Sociedad Española de Acupuntores Profesionales.
Madrid, España.
Certificado y Recertificado por el Consejo Mexicano de Medicina
de Rehabilitación A.C., Comité Normativo Nacional de
Consejos de Especialidades Médicas A.C.

Editor responsable
M. en C. María Teresa Hernández Martínez
Editorial El manual Moderno

Manual Moderno®

Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V.
Av. Sonora 206 Col. Hipódromo, C.P. 06100 Ciudad de México

Editorial El Manual Moderno Colombia S.A.S.
Carrera 12-A No. 79-03/05 Bogotá, DC

IMPORTANTE

Los autores y la Editorial de esta obra han tenido el cuidado de comprobar que las dosis y esquemas terapéuticos sean correctos y compatibles con los estándares de aceptación general en la fecha de la publicación. Sin embargo, es difícil estar por completo seguro que toda la información proporcionada es totalmente adecuada en todas las circunstancias. Se aconseja al lector consultar cuidadosamente el material de instrucciones e información incluido en el inserto del empaque de cada agente o farmacoterapéutico antes de administrarlo. Es importante, en especial, cuando se utilizan medicamentos nuevos o de uso poco frecuente. La Editorial no se responsabiliza por cualquier alteración, pérdida o daño que pudiera ocurrir como consecuencia, directa o indirecta, por el uso y aplicación de cualquier parte del contenido de la presente obra.

Nos interesa su opinión, comuníquese con nosotros:

Editorial El Manual Moderno S.A. de C.V.

Av. Sonora 206, Col. Hipodromo, Deleg. Cuauhtémoc. 06100 Ciudad de México, México

(52-55) 52-65-11-00

info@manualmoderno.com

quejas@manualmoderno.com

Manual de fisioterapia, 2a edición

D.R. © 2018 por Editorial El Manual Moderno, S.A. de C.V.

ISBN: 978-607-448-719-0 (versión electrónica)

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Reg. núm. 39

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida sin permiso previo por escrito de la Editorial.

Para mayor información sobre

Catálogo de producto
Novedades
Distribuciones y más
www.manualmoderno.com

Director editorial y de producción:
Dr. José Luis Morales Saavedra

Editora de desarrollo/Asociada:
Mtra. Vanessa Berenice Torres Rodríguez

Diseño de portada:
DG . José Arturo Castro García

Prólogo

Medicina física y rehabilitación es una especialidad médica, oficialmente reconocida y practicada en todos los países del mundo, pues contiene dominios referidos, tanto a las funciones y estructuras corporales, como a las actividades y participación de la persona en el ámbito de la salud; ésta concierne cuando la persona puede tener o presenta una discapacidad. En la vida de Juan Lois Guerra, es parte de su existencia, así como de su humanidad, acorde con la esencia de esta forma concreta de actuar en medicina.

En el 2004, publicó *Manual de fisioterapia*, constaba de 17 capítulos, y en él se marcaba las líneas maestras para una rápida y necesaria toma de contacto; bien, para el que va a iniciarse en esta especialidad; bien para alcanzar el conocimiento que todo médico general o, especialista de otro ámbito, debe de poseer para poder derivar a un paciente al médico rehabilitador o fisiatra, tal como también se le suele denominar en los diversos países; o bien para alcanzar una base formativa el fisioterapeuta, que es el que aplica la prescripción de una de las formas de tratamiento de la Medicina física y rehabilitación: la fisoterapia.

En el prólogo de entonces describía, cómo el autor, después de ser médico por la Universidad de Santiago de Compostela de España, había alcanzado la titulación de la especialidad y a su vez, había ejercido durante más de 22 años, como jefe de servicio en la misma, en instituciones de la Ciudad de México; a su vez indicaba que entonces estaba desarrollando la Tesis Doctoral. Naturalmente que, por su investigación y trabajo abnegado y defendido, obtuvo el grado de doctor, con la máxima calificación de sobresaliente.

El continuo y posterior trabajo profesional en esta especialidad, tanto en México y España, le han forjado mayor experiencia y un conocimiento evolutivo y actual. Esto ha condicionado volver a editar la obra, pero mediante una revisión exhaustiva y actualizada, habiendo tenido que

ampliar a 24 capítulos.

Entonces en el prefacio de la obra, consideraba Juan Lois Guerra, como el avance tecnológico, los microprocesadores, los circuitos integrados, entre otros, habían modificado esta especialidad. Hoy día los nuevos medios diagnósticos, la informática, la inteligencia artificial, sólo por señalar algunos procederes, han generado tanta innovación que hacía preciso una nueva edición.

El manual, tiene por tanto, los mismos objetivos, destino y significado, que la primera edición, pero revisada, actualizada y ampliada, que será, sin duda, un medio básico, exquisitamente sintetizado, y necesario como lo fue en la edición anterior.

El que prologa una obra, siempre recibe el honor de efectuarla, pero cuando concurre la excelencia en la misma, además ha de agradecer tal deferencia, y mucho más cuando no sólo el autor es un compañero profesional, sino un amigo.

Dr. Luis Pablo Rodríguez Rodríguez

Catedrático honorario de Medicina física y rehabilitación,
Universidad Complutense de Madrid.

Prefacio de la segunda edición

Un libro abierto es un cerebro que habla;
cerrado un amigo que espera; olvidado, un alma que perdona;
destruido, un corazón que llora.

Proverbio hindú

Después de la primera edición de esta obra en el año 2004, y que en la actualidad sigue teniendo aceptación, se antojaba, no siendo un reto fácil, el realizar una actualización y ampliación de conceptos y gestar nuevos capítulos que conlleve al interés e inquietud de quiénes consulten este libro.

El reto llevo tres años de esfuerzo, donde se realizaron consultas de obras especializadas, prestigiosas revistas médicas, artículos científicos, publicaciones, comunicaciones, experiencias profesionales de la especialidad y ramas afines, así como nuestras experiencias propias. Gracias y través del gran avance tecnológico del mundo digital, fue posible hacer una gran y extensa consulta, recopilación, actualización de conocimientos y experiencias de otros cientos de autores que enriquecen más los conocimientos aquí aportados.

Manual de fisioterapia como bien lo indica su nombre, es una obra que su finalidad inicial fue y es en la reedición, el de dar la facilidad al personal médico especializado, licenciados en terapia física, enfermería o quienes están en formación, a los que se encuentran en contacto directo o indirecto con cualquier tipo de pacientes y para aquellos familiares que precisen de tener conocimientos claros y sencillos que les puedan ayudar al cuidado o manejo de alguna persona a su cargo.

Se incrementaron más conceptos en los capítulos anteriores; se aportan nuevos capítulos donde se abarca un abanico más extenso de lo que

representa la Rehabilitación, y que son de gran interés para otras ramas de la especialidad.

Se vierten en esta segunda edición un gran número de conceptos con el fin poder resolver dudas o crear inquietudes que puedan hacer que el lector ahonde en conocimientos más profundos consultando obras específicas de algún tema que puedan ser de su especial interés.

Sigo pensando que los avances en la tecnología y los conocimientos en medicina, ingeniería, electrónica, como en otros campos de las ciencias y las humanidades, son muy importantes y vitales para el bienestar de la humanidad, deseando que pueda redundar en el mayor beneficio de las personas y todo aquel entorno que nos rodea sea animal, vegetal o ambiental.

Dr. Juan Lois Guerra

Agradecimientos

Todos los hombres estamos hechos del mismo barro,
pero no del mismo molde.

Proverbio mexicano

Al Dr. Luis Guillermo Ibarra Ibarra†, de quien me siento muy orgulloso y
afortunado de haber sido uno de sus alumnos, y en el que pude ver que con estudio, empeño, ilusión, constancia y visión, se pueden alcanzar las metas y los
sueños que uno se proponga en la vida. Vaya esta aportación en reconocimiento
de las enseñanzas y valores que me trasmitió

Al Prof. Dr. Luis Pablo Rodríguez Rodríguez, por sus enseñanzas, apoyo incondicional
en el camino de la superación y de conocimientos, pero sobre todo
por su sincera amistad.

A la Lic. María del Carmen Janeiro y Hernández, a quien desde hace tres
décadas sigue estando muy presente en mis logros y quien sin su apoyo, estimulo, esfuerzo, amor y constancia, no se podría haber realizado esta obra.

A mi hijo Fernando Lois Rey, por sus conocimientos y la paciencia en la elaboración de esquemas y dibujos que ilustran este libro.

Dr. Juan Lois Guerra

Contenido

Prólogo
Prefacio de la segunda edición
Agradecimientos

Capítulo 1. Anatomía, fisiología y biomecánica musculoesquelética
Capítulo 2. Reflejos
Capítulo 3. Historia clínica en rehabilitación
Capítulo 4. Fisiología del ejercicio
Capítulo 5. Desarrollo psicomotor y parálisis cerebral infantil
Capítulo 6. Geriatría
Capítulo 7. Agentes físicos
Capítulo 8. Elementos terapéuticos
Capítulo 9. Parálisis de nervios periféricos
Capítulo 10. Lesiones medulares
Capítulo 11. Patología musculoesquelética
Capítulo 12. Quemados
Capítulo 13. Enfermedades frecuentes en fisioterapia
Capítulo 14. Especialidades
Capítulo 15. Ejercicios terapéuticos
Capítulo 16. Medicina del deporte
Capítulo 17. Ortesis y prótesis
Capítulo 18. Manejo de aparatos
Capítulo 19. Rehabilitación en ciegos y débiles visuales
Capítulo 20. Electromiografía
Capítulo 21. Biomecánica humana
Capítulo 22. Terapia física en la deficiencia auditiva
Capítulo 23. Terapia de lenguaje
Capítulo 24. Miscelanea de conocimientos y actualidades

Glosario
Lecturas recomendadas

CAPÍTULO 1

Anatomía, fisiología y biomecánica musculoesquelética

Todas las funciones físicas del cuerpo necesitan actividad muscular, la cual produce: el movimiento articular, la contracción del corazón y el peristaltismo intestinal. Para explicar dicha movilidad se necesitan conocer los siguientes conceptos:

TEJIDO ÓSEO

Composición

El tejido óseo está constituido por 67% de materia inorgánica: fosfato de calcio, carbonato de calcio, fluoruro de calcio, fosfato de magnesio, cloruro de sodio. Así como por 33% de materia orgánica formada por células, vasos sanguíneos, sustancia gelatinosa.

Variedades

Hueso esponjoso: no tiene osteones. Formado por trabéculas. Forma la mayor parte de los huesos cortos, planos e irregulares, así como epífisis de huesos largos. Alberga a la médula ósea roja. Da sostén.

Hueso compacto: tiene osteones (sistema de Havers: un canal central y laminillas óseas concéntricas que los rodean). Descansa sobre el tejido esponjoso y forma la mayor parte de la diáfisis. Protege, sostiene y resiste tensiones.

Histología

El tejido óseo está formado por células de amplia separación y rodeadas por matriz. Estos componentes se describen a continuación:

- Células: osteoprogenitoras, osteoblastos, osteocitos y osteoclastos.

- La matriz se forma por sales minerales y fibras de colágeno.

Conductos

En el tejido óseo se identifican los siguientes conductos:

- Medular: en este espacio es contenida la médula ósea roja y la amarilla.
- Conductos de Havers: sistema fundamentalmente óseo.
- Vasos sanguíneos.
- Vasos linfáticos.

Sistema haveriano

Constituido por diversas estructuras, cuyo componente principal son los conductos de Havers que están rodeados por laminillas, lagunas y canalículos.

- Laminillas: fibras óseas dispuestas en anillos alrededor de los conductos de Havers.
- Lagunas: espacios vacíos entre las laminillas ocupadas por células óseas.
- Canalículos: conductillos que irradian de una laguna a otra y hacia los conductos de Havers.

Membrana medular

Tejido vascular que tapiza la cavidad medular, conocido también como endostio.

Médula ósea

Es la sustancia que ocupa la cavidad medular y los extremos esponjosos de los huesos largos. Existen dos tipos:

Roja: tejido conjuntivo que sostiene los vasos sanguíneos, mielocitos, células adiposas, eritroblastos (células que originan glóbulos rojos) y células gigantes. Se encuentran en la cavidad medular de las extremidades de los huesos largos y en el tejido esponjoso.

Amarilla: formada por tejido conjuntivo, células adiposas, contiene menos mielocitos, escasos glóbulos rojos y pocas células gigantes. Se encuentra en cavidades medulares de huesos largos.

Fisiología

El tejido óseo logra su formación a través de los siguientes mecanismos:

- Se construye mediante la osificación: comienza con células mesenquimales (osteoprogenitoras), división celular hacia osteoblastos.
- Osificación membranosa: se produce en el interior de membranas fibrosas del embrión y del cidullo.
- Osificación endocondrial: en el interior del modelo cartilaginoso, el centro primario de osificación de un hueso largo se encuentra en la diáfisis. El cartílago degenera y deja huecos en forma de cavidad medular. Los osteoblastos depositan hueso. La osificación se produce en la epífisis, el hueso sustituye al cartílago.

Crecimiento:

- Las zonas anatómicas de la placa de crecimiento son las del cartílago de reposo, proliferante, hipertrófico y calcificado.
- Debido a la actividad de la placa, la diáfisis crece en longitud por oposición.
- El crecimiento transversal del hueso se debe a la adición de nuevo tejido óseo, el cual hacen los osteoblastos periósticos alrededor de la superficie exterior del hueso.

Homeostasis

Los mecanismos por los cuales se mantiene el equilibrio en el tejido óseo son:

Remodelación: se llama así a la sustitución del tejido viejo por nuevo. El hueso viejo es destruido por los osteoclastos y el nuevo por los osteoblastos. Se requieren calcio, fósforo, magnesio, manganeso, vitaminas A, B_{12}, C y D, hormonas de crecimiento, sexuales, tiroideas, paratiroidea, insulina y calcitonina.

Del calcio: el hueso es el principal reservorio de calcio. La hormona paratiroidea aumenta la concentración de calcio en la sangre, mientras que la calcitonina disminuye esta concentración en la sangre.

SISTEMA ESQUELÉTICO

Todos los huesos considerados en su conjunto forman el sistema esquelético. Sus diversas funciones incluyen:

1. Conforman los órganos de sostén.
2. Instrumentos de locomoción.
3. Formados de material duro.
4. Prestan inserción a las partes blandas.
5. Ayudan a regular presiones internas.
6. Dan forma al cuerpo en general.

Tipos de huesos

Largos: tienen mayor longitud y anchura. Son ligeramente curvos o rectos. Absorben la tensión del peso corporal en sus porciones curvas. Están formados por hueso compacto y en menor proporción, hueso esponjoso.

Cortos: son de forma cúbica de similar longitud y anchura. Están formados de hueso esponjoso y tienen una capa fina de hueso compacto.

Planos: son finos y formados por placas paralelas de hueso compacto, encierran una capa de hueso esponjoso. Proporcionan protección y proveen amplias áreas para la inserción de músculos.

Irregulares: son huesos de formas complejas. Se constituyen con cantidades variables de hueso esponjoso y compacto.

Suturales: pequeños huesos que se encuentran entre las articulaciones de determinados huesos craneales.

Sesamoideos: huesos englobados en los tendones.

FISIOLOGÍA ÓSEA

Para entender la fisiología ósea podemos dividir al hueso en tres partes:

- **Diáfisis:** parte larga del hueso.
- **Epífisis:** extremos del hueso.
- **Metáfisis:** está situada entre las dos anteriores y es la responsable del crecimiento.

El cartílago desarrolla un periostio y en el centro se forman los osteoblastos. Después empieza a calcificarse. Simultáneamente a la osificación endocondral que avanza desde la diáfisis hacia las epífisis,

provocando el crecimiento del hueso en longitud durante la etapa de la infancia y adolescencia, se le llama placa epifisaria.

La diáfisis que es una masa sólida de cartílago hialino es sustituida por hueso compacto en el centro del cual la cavidad medular se llena de médula ósea roja. Cuando los vasos penetran en las epífisis se forma un centro de osificación secundario. Estos aparecen en el momento del nacimiento formados de hueso esponjoso y no se desarrolla una cavidad medular. En los extremos de las epífisis queda una porción de cartílago constituyendo el cartílago articular y entre las epífisis y la diáfisis se mantiene la placa epifisaria, también cartilaginosa a partir de la cual el hueso irá creciendo durante el desarrollo hasta desaparecer en la edad adulta.

Cambios en la placa epifisaria durante el crecimiento:

Para que se dé el crecimiento del hueso debe pasar por los siguientes estados de maduración:

Cartílago en reposo: situado cerca de la epífisis, contiene condrocitos dispersos.
Cartílago en proliferación: son columnas formadas por condrocitos que se encuentran apilados y en una mitosis activa.
Cartílago hipertrofiado: como su nombre lo dice son condrocitos de mayor volumen y existen mayor número de columnas.
Cartílago en erosión: las columnas ya no tienen condrocitos y están formadas por osteoblastos.
Osificación: los osteoblastos depositan matriz ósea sobre los cartílagos de crecimiento.

Leyes mecánicas del crecimiento óseo

Ley de Bassen-Hage: esta ley nos habla del potencial de crecimiento de los huesos en donde la genética es la que define la longitud y el ancho de cada hueso.
Ley de Delpech-Hueter-Volkmann: cuando la metáfisis está sometida a una carga excesiva detiene su crecimiento y ocurre lo mismo si la carga no es suficiente.
Cuando la orientación del miembro inferior está alterada se produce una falta de crecimiento normal de la metáfisis en uno de sus lados que se

conoce como:

- **Genu varo:** se produce cuando crece la parte externa de la metáfisis y la parte interna queda bloqueada.
- **Genu valgo:** su proceso es inverso al de varo; el eje de la carga es exterior y bloquea la parte externa de la metáfisis pero la interna sigue creciendo.

Ley de Wolf: esta ley se refiere a la estructura , forma y crecimiento de los huesos, que va a depender de la tracción, el estrés y las tracciones que sufre un hueso. Si se aplican fuerzas que cambien la alineación de las tensiones se podrá conseguir el cambio de forma del hueso.

Ley de Roux: aplica en fracturas. Si la fractura es por cizallamiento que ocurre por una fuerza lateral y desplaza el hueso, el callo formado será de tejido cartilaginoso, en cambio si la fractura es por tracción ésta será de tejido fibroso y en cualquier caso puede fracturarse de nuevo; y si es por compresión el callo de la fractura será óseo.

Ley de Godin: se refiere al crecimiento en la pubertad y existen cuatro leyes:

1. Crecimiento del tejido óseo: antes de la pubertad el primer tejido en crecer es el óseo, principalmente en las extremidades inferiores y después crece la columna.
2. Crecimiento de los tejidos del aparato locomotor: estos tejidos como los músculos crecen después y por consecuencia del óseo.
3. Ley de la alternancia: el hueso primero crece en longitud y después crece en anchura.
4. Ley de la asimetría: la extremidad en mayor uso está más desarrollada y presenta mayor densidad ósea y muscular que la contralateral. Además, la velocidad de crecimiento también es discretamente mayor.

Enfrmedad de Osgood-Schlatter: también conocida como epifisitis, hay autores que también la designan como una osteocondritis de la cara anterior de la tuberosidad de la tibia, característica en niños que realizan actividades que demandan esfuerzos continuos (p. ej., futbol) del cuádriceps, condicionando un levantamiento de la periostio donde se inserta el tendón rotuliano.

Zona de cartílago calcificado: está constituido por células muertas o próximas a morir, esto se debe a que la matriz alrededor de ellas está calcificada. A medida que la calcificación progresa, esta área se vuelve aún más frágil y es invadida por osteoblastos y capilares; quedando al final una capa calcificada sólida entre la placa epifisaria y la diáfisis.

El aumento de tamaño de las epífisis está controlado por la hormona del crecimiento, producida por la pituitaria y por las hormonas sexuales. Durante el crecimiento, el proceso de calcificación y sustitución por hueso hace que la diáfisis sea cada vez más larga, al tiempo que permanece constante la placa epifisaria.

Fractura epifisaria: la cicatrización de la misma inhibe el crecimiento del hueso, lo que da como resultado un hueso un poco más corto que el contralateral. Esto se debe a que el cartílago es un tejido no vascularizado, quedando parcialmente detenido el desarrollo óseo. Pero si la fractura sólo afecta al hueso como éste si está vascularizado su cicatrización no obstaculiza el crecimiento.

Función de las articulaciones

Estas funciones se definen dependiendo del miembro:

- Miembro superior: su función principal es la movilidad.
- Miembro inferior: su función principal es repartir las cargas. Si el apoyo es bipodal la cadera se sujeta en el rodete de fibrocartílago. Si es monopodal se sujeta con el interior de la cavidad acetabular.

Las articulaciones soportan y reparten las distintas fuerzas al tejido adecuado:

- Fuerza de compresión: es resistida por el hueso y el cartílago.
- Fuerza de tracción: resistida por ligamentos y tendones.

También dividen la flexión en tracción y compresión, y la torsión en cizallamiento y tracción.

Componentes de las diartrosis

Cartílago articular: cartílago de tipo hialino o fibroso que se interpone entre ambas superficies óseas.

Cápsula articular: es de tejido fibrocartilaginoso. Une a los huesos y se inserta en los bordes de las superficies articulares.

Membrana sinovial: conforma la cavidad articular, está en la parte interna y es la que produce líquido sinovial.

Líquido sinovial: es una sustancia amarillenta y viscosa; su función principal es evitar la fricción articular, actúa como lubricante y proporciona nutrientes al cartílago articular. Si se lesiona hay

degeneración del cartílago.

Cartílago articular: cartílago hialino o fibroso formado con condrocitos y condroblastos. Su arquitectura interna sólo está preparada para recibir fuerzas en una sola dirección Con la edad se reduce la función celular (al disminuir el colágeno), las roturas de cartílago se suscitan por cargas pequeñas o altas repetidas.

Meniscos: son discos de tejido fibrocartilaginoso que dividen la cavidad articular, su función principal es proteger la superficie articular, facilitar los movimientos y absorber los impactos que soporta la articulación.

Ligamentos: son bandas de tejido conectivo fibroso que unen a los huesos de una articulación entre sí. Según su ubicación se llaman colaterales, dorsales, cruzados, entre otros.

Huesos del cuerpo humano

Para mayor comprensión didáctica y de consulta, el cuadro 1-1 se presenta los componentes en número y nombre del esqueleto humano.

Cuadro 1–1. Huesos del cuerpo humano			
Huesos de cabeza			
Cráneo	**Número**	**Fontanelas**	**Número**
Occipital	1	Anterior	1
Parietal	2	Posterior	1
Frontal	1	Anteolateral	2
Temporal	2	Posteolateral	2
Esfenoides	1	Oído	
Etmoides	1	Martillo	2
Cara		Yunque	2
Nasal	2		
Vómer	1	Estribo	2
Cornete inferior	2	**Cuello**	
Lagrimal	2	Hioides	1
Molar	2		
Palatino	2		
Maxilar superior	2		
Maxilar inferior	1		

Huesos del tronco			
Tórax		**Número**	
Costillas		24	
Esternón		1	
Huesos del tronco			
Vértebras	**Adultos**	**Niños**	
Cervicales	7	7	
Dorsales	12	12	
Lumbares	5	5	
Sacras	5	1	
Coccígeas	4	1	
Extremidades			
Extremidad superior		**Extremidad inferior**	
Clavícula	2	Ilíaco o coxal	2
Omóplato	2	Fémur	2
Clavícula	2	Ilíaco o coxal	2
Omóplato	2	Fémur	2
Húmero	2	Rótula	
Cúbito	2	Tibia	
Radio	2	Peroné	
Carpo Escafoides Semilunar Cuneiforme Pisiforme Trapecio Trapezoide Hueso grande Hueso ganchoso	 2 2 2 2 2 2 2 2	Tarso Calcáneo Astrágalo Cuboides Escafoides 3 cuñas	 2 2 2 2
		Metatarso	5
		Falanges	14
Metacarpo	5		
Falanges	14		

TEJIDO MUSCULAR

Es un tejido que está constituido por fibras estriadas de forma transversal,

multinucleadas y alargadas. Se relaciona de manera estrecha con el tejido óseo formando el sistema musculoesquelético.

Composición

Consta de células alargadas llamadas fibras, con sustancia intercelular entre ellas. Posee tejido conjuntivo que es la trama de sostén. Tiene en abundancia riego sanguíneo y linfático, cuantiosa inervación, todo el músculo está rodeado, excepto en la unión musculotendinosa, por tejido conjuntivo denso.

Características

- Excitabilidad: es la capacidad de este tejido para recibir y responder a estímulos mediante la producción de potenciales de acción.
- Contractibilidad: capacidad de acortarse y engrosarse (contraerse).
- Extensibilidad: es la propiedad para ser estirados (distenderse).
- Elasticidad: capacidad de recuperar la forma original, después de contraerse o distenderse.

Funciones

- Movimiento.
- Estabilización.
- Termogénesis.

Clasificación

Músculo estriado:

- Estrías transversales. Produce movimiento voluntario.
- Se inserta en el esqueleto. Sus fibras son largas y fusiformes. La trama de tejido conjuntivo contiene nervios y vasos sanguíneos. Posee origen (punto de adherencia más fijo) e inserción (punto de adherencia móvil). Se origina en el periostio o tendones intercalados. Se inserta en tendones o aponeurosis. Está rodeado por tejido conjuntivo llamado fascia, el cual forma ligamentos.
- **Función:** actúa sobre los huesos causando movimiento.

Músculo liso:

- No posee estrías. Produce movimiento involuntario.
- Se encuentra en las paredes de vasos y vísceras.

- Constituido por células fusiformes con grandes núcleos. La trama de tejido conjuntivo lleva vasos y nervios.
- **Función:** causa movimiento visceral.

Músculo cardiaco:

- No es voluntario. Posee células de forma cuadrangular y agrupadas en haces. El tejido conjuntivo forma una trama de sostén. Es visceral.
- **Función:** provoca el movimiento del corazón.

Unidades funcionales

Las unidades funcionales de los músculos son:

Unidad motora:

- Una neurona motora y las fibras musculares a las que estimula forman una unidad motora.
- Una sola unidad motora puede tener 2 o hasta 2 000 fibras musculares.

Unión neuromuscular:

- Una neurona motora transmite un impulso nervioso a una unión neuromuscular.
- La unión neuromuscular se forma por la terminal axonal de una neurona motora y la posición del sarcolema de la fibra muscular, la cual se encuentra cercana a la placa motora terminal.
- La acción liberada por la neurona motora, difunde a través de la hendidura sináptica y desencadena un potencial de acción muscular.

Sarcolema:

- Unidad funcional del tejido muscular. Formada por:
  1. Filamentos gruesos y oscuros de miosina, formada por dos partes:
     a) Meromiosina ligera (cuerpo de dos tiras enrolladas en hélice de polipéptidos).
     b) Meromiosina pesada (cabeza también con doble hélice con actividad enzimática).
  2. Filamentos delgados y claros de actina, dos cadenas de unidades globulares, contiene:
     a) Tropomiosina (filamentos largos situados en el surco que se encuentra entre las dos cadenas de actina).
     b) Troponina (unidades globulares localizadas o intervalos de tropomiosina, y que posee tres tipos de afinidad: actina, tropomiosina y calcio).

Mecanismos de contracción

Contracción: deslizamiento de los filamentos de actina sobre los de miosina, el ancho de las bandas A permanece constante, mientras que las líneas Z se juntan. Secuencia de contracción muscular (figura 1-1):

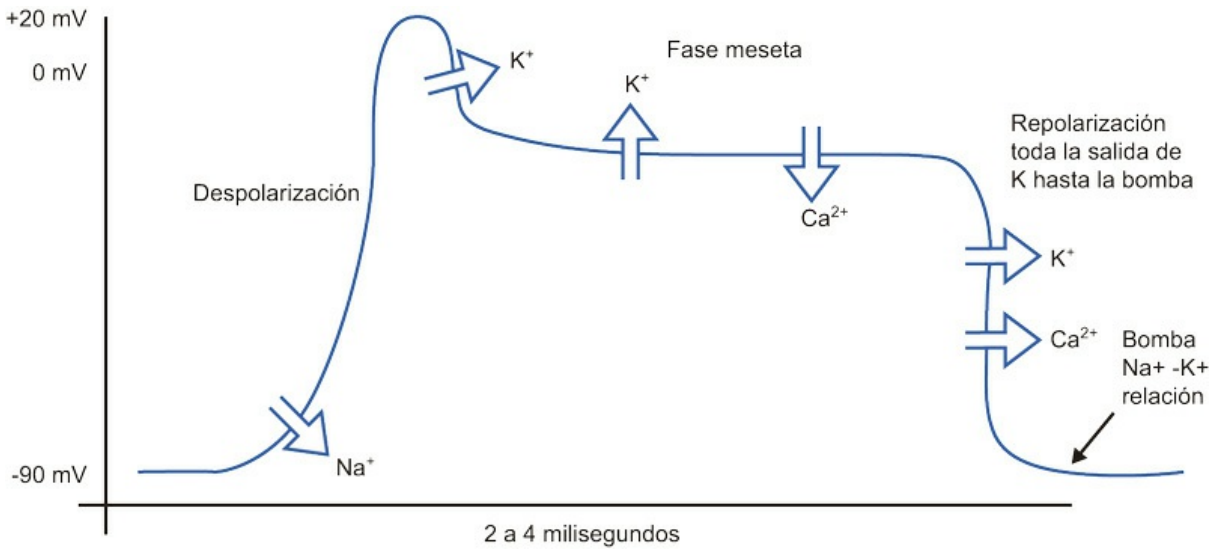


Figura 1-1. Secuencia de contracción muscular.

1. Incremento de la actividad de la neurona motora.
2. Liberación de acetilcolina a la placa neuromuscular.
3. Unión de la acetilcolina a los receptores específicos.
4. Incremento de la permeabilidad de la membrana de la placa terminal para Na^+ y K^+.
5. Generación del potencial en la placa terminal.
6. Generación del potencial en fibras musculares.
7. Diseminación interna de la despolarización a través de los túbulos.
8. Liberación de Ca^{2+} del sarcoplasma y su difusión a filamentos gruesos y delgados.
9. Unión del Ca^{2+} a la troponina C.
10. Formación de enlaces cruzados entre actina y miosina.
11. Acortamiento de bandas I.

Relajación: el retículo sarcoplásmico comienza a reacumular Ca^{2+} y a almacenarlo, una vez que las cantidades de Ca^{2+} han descendido fuera del retículo, la acción entre actina y miosina cesa y se da la relajación.

Factores que influyen sobre la contracción:

- Fuerza del estímulo.
- Duración del estímulo.
- Peso de la carga.
- Temperatura (óptima 37 °C).

Tono:
- Contracción parcial permanente en condiciones normales.
- Confiere a los músculos firmeza y una tracción ligera y sostenida sobre sus inserciones.
- Es esencial para el mantenimiento de la postura.

TIPOS DE CONTRACCIÓN MUSCULAR

Involuntarias: se les conoce también como contracciones reflejas. Son reacciones por movimientos o reflejos rápidos producidos por un fuerte estímulo como un mecanismo de defensa, por ejemplo; un susto, al momento de quemarse, cortadura, entre otros.

Voluntarias: es la fuerza aplicada al ejercicio y existen diferentes formas de realizarlas, por ejemplo:

- **Isométricas:** tienen lugar cuando existe una fuerza sin realizar movimiento, es decir, que la resistencia sobre la cual se ejerce la fuerza permanece inmóvil, estática. En ese caso, la resistencia es mayor que la fuerza. Un ejemplo de contracción isométrica sería empujar una pared durante un tiempo determinado.
- **Isotónicas:** la fibra muscular modifica su longitud y se realiza un movimiento. En este caso la fuerza es mayor que la resistencia, existen dos variantes:
  1. **Concéntrica:** fuerza isotónica en la cual el músculo se acorta. Por ejemplo, al peinarse, con el hecho de llevar el peine a la cabeza, el bíceps braquial se acorta; ésta es una fuerza concéntrica.
  2. **Excéntrica:** fuerza isotónica en la cual el músculo se alarga. En el ejemplo anterior se produciría una contracción excéntrica si el peine se lleva a la mesa, es decir, cuando se estira el brazo.
- **Auxotónicas:** significan la unión de la isotónica y de la isométrica.
- **Isocinéticas:** se refiere al mantener la resistencia y la velocidad de acortamiento en todo el recorrido del movimiento. Si se intenta empujar un vehículo con ruedas, en el arranque será cuando más cueste. Una vez que está en movimiento, se moverá con menos empuje. Esto correspondería a una fuerza isotónica. La isocinética se daría si el

empuje fuera el mismo, tanto al comienzo como al final.

- **Pliométricas:** corresponden a una fuerza donde actúa en un primer momento una acción amortiguadora mediante un estiramiento muscular. En un salto pliométrico se realiza una contracción muscular al momento de tomar contacto con el piso (los tobillos, rodillas y las caderas se encuentran relativamente contraídos). Para realizar esta contracción se efectúa una extensión o estiramiento de esos mismos grupos musculares en el momento de obtener la flexión. En un segundo momento existe una contracción en acortamiento conllevando una impulsión o extensión de las articulaciones a gran velocidad a través del salto, provocando la extensión y elevación de toda la masa muscular.
- **Biomecánicas:** existen tres tipos de poleas:
  1. **Fijas:** cambian la dirección de una fuerza (ejemplo: el olecranon es polea fija del tríceps braquial). Mejoran la acción del músculo con el cambio de dirección.
  2. **Móviles:** tienen la ventaja mecánica de que la fuerza utilizada en ella puede doblar la magnitud final.
  3. **Semimóviles**: es el caso de la rótula.

Leyes de Newton

La contracción muscular y por lo tanto, el movimiento, obedecen a diferentes leyes de la naturaleza como las que se enlistan a continuación:

- **Ley de inercia:** un cuerpo en reposo o con movimiento rectilíneo uniforme (mru) mantiene su posición mientras no actúe sobre él ninguna fuerza.
- **Ley de aceleración:** la aceleración de un cuerpo es proporcional a la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa de dicho cuerpo [F = mxa; a = F/m].
- **Ley de acción-reacción:** por cada acción existe una fuerza de reacción de igual magnitud y dirección, pero de sentido opuesto (p. ej., marcha, carrera y salto).
- **Ley de gravitación universal:** otros autores le llaman ley de la gravedad, son aquellas fuerzas que dos cuerpos pueden ser atraídos por la una circunstancia de tener masa. Dicha atracción será proporcionalmente al cuadrado de la distancia que las pueda separar.

$$F=G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

G es el valor de la constante universal $G = 6{,}67\times10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$
m^1 *y* m^2 *serán los valores de las masas de los carpos*
r^2 *la distancia al cuadro que separa las masas*

Sistema propioceptivo articular

El cerebro es capaz de detectar la posición de los músculos mediante el sistema de propiocepción, el articular está conformado por:

- **Corpúsculos de Ruffini:** detecta los cambios estáticos y dinámicos, sensibles a estímulos bajos, son de adaptación lenta (informan de posturas). Informan del equilibrio, las variaciones de estrés de los tejidos, la posición articular, velocidad del movimiento, ángulo articular y estrés.
- **Corpúsculos de Paccini:** no se estimulan en los estados de equilibrio (posición mantenida), son de adaptación rápida. Señalan el inicio y final del movimiento, así como los cambios dinámicos de la deformación de los tejidos. Producen descargas sólo durante la aplicación o retirada de cargas, así como la aceleración y desaceleración del movimiento articular. Mientras no ocurran estas situaciones desaparecen y se activan los corpúsculos de Ruffini.
- **Terminaciones libres:** sólo actúan cuando los estímulos sobrepasan lo habitual. Responden a la deformación de los tejidos por compresión, tracción y flexión.
- **Corpúsculos de Golgi:** responden a la tracción, pero tienen un umbral muy alto. Se localizan en la articulación (ligamentos, cápsula y meniscos) para dar reflejo polisináptico médula-corteza sensitiva y en los tendones para dar el reflejo monosináptico médula-cerebelo.

CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN DE LAS CADENAS CINÉTICAS

Conjunto de articulaciones y músculos que realizan una acción. Permite una mayor calidad de movimiento en cuanto a coordinación, destreza, correlación y captación. El Dr. Arthur Steindlerde describe en el año de 1955 estos conceptos y los clasifica en dos tipos:

- **Cerradas:** no se observa movimiento (p. ej., mantener una postura). Se ha comprobado que con éstas se activa un mayor número de mecano receptores, produciendo una activación múltiple de grupos musculares proximales y distales.
- **Abiertas:** aquellas que generan movimiento como resultado de la acción de la cadena cinética. Se puede decir que ciertas características son de contracción muscular concéntrica, siendo el movimiento que se produce distal a una articulación.

Se compone de dos subtipos dependiendo de los objetivos:

- **Cadena cinética secuencial**: se busca proyectar un objeto o segmento más distal a gran velocidad en el espacio. Para ello se produce un estiramiento previo a la actividad concéntrica de los grupos musculares. Se precisa un perfecto control del estiramiento de los músculos agonistas previo a la contracción concéntrica, manteniendo un tiempo mínimo de acoplamiento entre estiramiento y acortamiento. Los músculos agonistas tienen acción excéntrica en retroceso y concéntrica en aceleración. Los músculos antagonistas tienen actividad excéntrica para disminuir la velocidad angular, una vez que se ha conseguido la máxima aceleración.
- **Cadena cinética de empuje**: se busca proyectar un objeto o segmento distal con gran precisión o contra menos resistencia. Todos los segmentos de la cadena se desplazan simultáneamente y el extremo proximal es estabilizador. El estrés que se genera es menor que en cadena secuencial. El exceso de cargas durante el entrenamiento y su función fijadora conducen al cansancio localizado, que puede suponer un riesgo igual al secuencial.

Trabajo muscular

Es la fuerza aplicada sobre un objeto y la distancia en la que se mueve durante la aplicación de dicha fuerza. Existen cuatro tipos:

1. **Estático (isométrico):** no hay movimiento articular. Existen variaciones de longitud “interna” en el músculo aunque en la longitud total del músculo no hay variación [$W = Fx^{l}$].
2. **Dinámico (concéntrico o excéntrico):** hay movimiento articular.
3. **Concéntrico:** la fuerza produce rotación en el mismo sentido del cambio del ángulo articular. Se aproxima la inserción al origen. La

acción se denomina trabajo positivo. Se realiza en la aceleración y siempre contra la gravedad. Consume gran cantidad de energía porque tiene que vencer la fuerza del elemento pasivo. El trabajo disminuye a medida que el músculo se contrae más.

4. **Excéntrico:** la fuerza produce rotación en sentido contrario al del cambio del ángulo articular. Se alejan origen e inserción. La acción se denomina trabajo negativo. Se realiza a favor de la gravedad o cuando se controla o decelera el segmento articular. Consume poca energía porque hay menos fricción y recluta menos fibras para realizar una misma cantidad de fuerza. Genera el mayor nivel de fuerza. Lesiones habituales.

DENOMINACIÓN DE LOS MÚSCULOS

- **Principal:** es el que produce la acción deseada o agonista.
- **Antagonista:** es el que produce la acción opuesta.
- **Sinérgicos:** ayudan al músculo agonista el reducir los movimientos innecesarios.
- **Fijadores:** estabilizan el origen del músculo principal para que su acción sea más eficaz.

Sistema muscular

Acción principal de un músculo:

1. Flexor: disminuye el ángulo de la articulación.
2. Extensor: aumenta el ángulo de la articulación.
3. Abductor: separa un hueso de la línea media.
4. Aductor: acerca un hueso a la línea media.
5. Elevador: produce un movimiento hacia arriba.
6. Depresor: produce un movimiento hacia abajo.
7. Supinador: vuelve la palma de la mano hacia arriba.
8. Pronador: vuelve la palma de la mano hacia abajo.
9. Esfínter: reduce el tamaño de un orificio.
10. Tensor: aumenta la rigidez de una parte del cuerpo.
11. Rotador: mueve un hueso alrededor de su eje longitudinal.

La acción e inervación de los músculos se muestran en el cuadro 1-2.

Cuadro 1–2. Grupos musculares, acción e inervación		
Músculo	**Acción**	**Inervación**
Expresión facial		
Frontal	Arrastra la piel cabelluda hacia adelante, eleva las cejas, pliega horizontalmente la piel de la frente	Nervio facial (VII nervio craneal)
Occipital	Desplaza hacia atrás la piel cabelluda	Nervio facial (VII nervio craneal)
Orbicular de los labios	Cierra los labios, comprime los labios contra los dientes, protege los labios, les da forma al hablar	Nervio facial (VII nervio craneal)
Cigomático mayor	Desplaza el ángulo de la boca hacia arriba y afuera (sonrisa)	Nervio facial (VII nervio craneal)
Elevador del labio superior	Eleva el labio superior	Nervio facial (VII nervio craneal)
Depresor del labio inferior	Desciende el labio inferior	Nervio facial (VII nervio craneal)
Buccinador	Empuja la mejilla cuando se sopla, hace que ésta se excave cuando se succiona	Nervio facial (VII nervio craneal)
Borla de la barba	Eleva y protege el labio inferior	Nervio facial (VII nervio craneal)
Cutáneo del cuello	Lleva la parte externa del labio inferior hacia abajo y atrás (puchero), hace hacia abajo la mandíbula	Nervio facial (VII nervio craneal)
Risorio	Lleva la comisura bucal hacia afuera	Nervio facial (VII par craneal)
Orbicular de los párpados	Cierra los ojos	Nervio facial (VII nervio craneal)
Superciliar	Lleva las cejas hacia abajo (fruncir el ceño)	Nervio facial (VII nervio craneal)
Elevador del párpado	Eleva el párpado superior	Nervio motor ocular externo (VI nervio craneal)
Pterigoideo interno	Eleva y protege la mandíbula y la desplaza de manera lateral	Rama mandibular del trigémino (V nervio craneal)
Pterigoideo externo	Protege la mandíbula y mueve lateralmente la mandíbula, abre la boca	Rama mandibular del trigémino (V nervio craneal)
Extrínsecos del ojo		
Recto superior	Gira el globo ocular hacia arriba	Nervio motor ocular común (III nervio craneal)
Recto inferior	Gira el globo ocular hacia abajo	Nervio motor ocular común (III nervio craneal)
Recto externo	Gira el globo ocular en sentido externo	Nervio motor ocular externo (VI nervio

		craneal)
Recto interno	Gira el globo ocular en sentido interno	Nervio motor ocular común (III nervio craneal)
Oblicuo mayor	Rota el globo sobre su eje, dirige la córnea hacia abajo y afuera	Nervio patético (IV nervio craneal)
Oblicuo menor	Rota el globo ocular sobre su eje, dirige la córnea hacia arriba y afuera	Nervio motor ocular común (III nervio craneal)
Mandíbula		
Masetero	Eleva la mandíbula al cerrar la boca, ayuda al movimiento lateral y protrusión de la misma	Rama mandibular del trigémino (V nervio craneal)
Temporal	Eleva y retrae la mandíbula, ayuda al movimiento lateral de la misma	Rama mandibular del trigémino (V nervio craneal)
Lengua		
Geniogloso	Desciende la lengua y la impulsa hacia afuera	Nervio hipogloso (XII nervio craneal)
Estilogloso	Eleva la lengua y la retira hacia atrás	Nervio hipogloso (XII nervio craneal)
Palatogloso	Eleva la porción posterior de la lengua, acerca el paladar blando a la lengua	Plexo faríngeo
Hiogloso	Desciende la lengua y la desplaza a los lados	Nervio hipogloso (XII nervio craneal)
Cuello		
Esternocleidomastoideo	Bilateral: flexión anterior de la columna cervical Unilateral: rota la cara hacia el lado contrario	Nervio espinal (XI nervio craneal) y C2 a C3
Semiespinoso de la cabeza	Bilateral: extiende la columna cervical Unilateral: rota la cara hacia el mismo lado	Ramas dorsales de los nervios raquídeos
Esplenio de la cabeza	Bilateral: extensión de cuello Unilateral: flexión lateral y gira la cabeza hacia el mismo lado	Ramas dorsales de los nervios cervicales medios e inferiores
Complexo menor	Extiende el cuello y rota la cara hacia el mismo lado del músculo que se contrae	Ramas dorsales de los nervios cervicales medios e inferiores
Abdomen		
Recto mayor	Comprime el abdomen, ayuda a defecar, micción, espiración forzada, parto, flexión de la columna vertebral	Ramas de nervios torácicos T7 a T12
Oblicuo mayor (exterior)	Bilateral: comprime el abdomen Unilateral: inclina lateralmente la columna, rotación lateral	Ramas de nervios torácicos T7 a T12 y nervio iliohipogástrico
Oblicuo menor (interior)	Bilateral: comprime el abdomen Unilateral: inclina lateralmente la columna y rotación lateral	Ramas de los nervios torácicos T8 a T12,

		iliohipogástrico e ilioinguinal
Transverso del abdomen	Comprime el abdomen	Ramas de los nervios torácicos T8-T12, iliohipogástrico e ilioinguinal
Cuadrado lumbar	Durante la espiración: Forzada: tracción hacia abajo de la duodécima costilla Inspiración profunda: la fija Unilateral inclina de manera lateral la columna vertebral	Ramas del nervio torácico T1 y lumbares L1 a L3 o L1 a L4
Respiración		
Diafragma	Forma el suelo de la cavidad torácica, tracciona el tendón hacia abajo durante la inspiración y a medida que aplana la cúpula diafragmática, en la longitud vertical del tórax	Nervio frénico
Intercostales externos	Elevan las costillas durante la inspiración, los anteriores y laterales del tórax	Nervios intercostales
Intercostales internos	Aproximan las costillas durante la espiración forzada, los anteriores y latera- les del tórax	Nervios intercostales
Suelo pélvico		
Elevador del ano. Se divide en dos:pubococcígeo e iliococcígeo	Sostiene y eleva ligeramente el suelo pélvico, resiste el de presión intraabdominal y lleva el perineal del nervio pudendo. Ano hacia el pubis contrayéndolo	Nervios sacros S3-S4 y rama perineal del nervio pudendo
Isquiococcígeo	Sostiene y eleva ligeramente el piso de la pelvis, resiste la presión Tracciona el cóccix hacia adelante después de la defecación o el parto	Nervios sacros S3 o S4
Perineo		
Transverso superficial	Ayuda a estabilizar el tendón central del perineo	Rama perineal del nervio pudendo
Transverso profundo	Ayuda a expulsar las últimas gotas de orina o semen en el hombre y de orina en la mujer	Rama perineal del nervio pudendo
Bulbocavernoso	Expulsa las últimas gotas de orina durante la micción. Expulsa el semen a lo largo de la uretra, puede ayudar a la erección, reduce el orificio vaginal y contribuye a la erección del clítoris en la mujer	Rama perineal del nervio pudendo
Isquiocavernoso	Puede mantener la erección del pene y del clítoris	Rama perineal del nervio pudendo
Esfínter de la uretra	Ayuda a expulsar las últimas gotas de orina o de semen en el hombre y de orina en la mujer	Rama perineal del nervio pudendo
Esfínter externo del ano	Mantiene cerrados el conducto y el orificio anales	Nervio sacro S4 y rama rectal inferior del nervio pudendo
Cintura escapular		
Subclavio	Desciende la clavícula	Nervio del subclavio
Pectoral menor	Desciende y desplaza la escápula hacia adelante, eleva las costillas	Nervio pectoral interno

	tercera y quinta durante la inspiración forzada, cuando la escápula está fija	
Serrato mayor	Rota la escápula arriba y afuera, eleva las costillas cuando la escápula está fija	Nervio torácico largo
Trapecio	Eleva la clavícula, aduce la escápula, la rota arriba y la eleva o desciende, y rota la cabeza	Nervio espinal (XI nervio craneal y nervios cervicales C3 a C4)
Angular del omóplato	Eleva la escápula y rota ligeramente hacia abajo	Nervio dorsal de la escápula y nervios cervicales C3 a C5
Romboides mayor	Aduce la escápula y la rota un poco hacia abajo	Nervio dorsal de la escápula
Romboides menor	Aduce la escápula y la rota ligeramente hacia abajo	Nervio dorsal de la escápula
Brazo		
Pectoral mayor	Flexibilidad, aducción, rotación interna del brazo	Nervios pectorales interno y externo
Dorsal ancho	Externa, aducción, rotación interna del brazo, lo lleva hacia abajo y atrás	Nervio toracodorsal
Deltoides	Abducción, flexión externa, así como rotación interna y externa del brazo	Nervio axilar
Subescapular	Rotación interna del brazo	Nervios subescapulares superior e inferior
Supraespinoso	Ayuda al deltoides en la abducción	Nervio supraescapular
Infraespinoso	Rotación externa y aducción del brazo	Nervio supraescapular
Redondo mayor	Rotación externa de brazo, ayuda a la aducción y rotación interna	Nervio subescapular inferior
Redondo menor	Rotación externa del brazo, externa y aducción del brazo	Nervio axilar
Coracobraquial	Flexión y aducción del brazo	Nervio musculocutáneo
Antebrazo		
Bíceps braquial	Flexiona y supina el antebrazo, flexión del brazo	Nervio musculocutáneo
Braquial anterior	Flexión del antebrazo	Nervio musculocutáneo y radial
Supinador largo	Flexión del antebrazo, semisupina y semiprona el antebrazo	Nervio radial
Tríceps braquial	Externa del antebrazo, externa del brazo	Nervio radial
Ancáneo	Externa del antebrazo	Nervio radial
Pronador redondo	Prona del antebrazo y la mano, flexión del antebrazo	Nervio mediano
Pronador cuadrado	Prona del antebrazo y la mano	Nervio mediano
Supinador corto	Supina del antebrazo y la mano	Ramo profundo del nervio radial
Muñeca, mano y dedos		

Palmar mayor	Flexión y abducción de la muñeca	Nervio mediano
Palmar menor	Flexión de la muñeca	Nervio mediano
Cubital anterior	Flexión y adución de la muñeca	Nervio cubital
Flexor común superficial de los dedos	Flexión de la falange media de cada dedo	Nervio mediano
Flexor común profundo de los dedos	Flexiona la falange distal de cada dedo	Nervios mediano y cubital
Flexor largo propio del pulgar	Flexiona el pulgar	Nervio mediano
Primer radial externo	Extiende y abduce la muñeca	Nervio radial
Segundo radial externo	Extiende y abduce la muñeca	Nervio radial
Extensor común de los dedos	Extiende las falanges	Nervio radial
Extensor propio del meñique	Extiende el dedo meñique	Ramo profundo del nervio radial
Cubital posterior	Extiende y aduce la muñeca	Ramo profundo del nervio radial
Abductor largo del pulgar	Extiende el dedo pulgar, abducción de la muñeca	Ramo profundo del nervio radial
Extensor corto del pulgar	Extiende el dedo pulgar, abducción de la muñeca	Ramo profundo del nervio radial
Extensor largo del pulgar	Extiende el dedo pulgar, abducción de la muñeca	Ramo profundo del nervio radial
Extensor propio del índice	Extiende el dedo índice	Ramo profundo del nervio radial
Abductor corto del pulgar	Abduce el pulgar	Nervio mediano
Oponente del pulgar	Desplaza el pulgar a través de la palma para oponerlo al dedo meñique (oposición)	Nervio mediano
Flexor corto del pulgar	Flexiona y abduce el pulgar	Nervios mediano y cubital
Aductor del pulgar	Aduce el pulgar	Nervio cubital
Palmar cutáneo	Lleva la piel hacia la parte media de la palma, cuando se cierra el puño	Nervio cubital
Abductor del meñique	Abduce el meñique	Nervio cubital
Flexor corto del meñique	Flexiona el meñique	Nervio cubital
Oponente del meñique en dirección al pulgar	Lleva el meñique a través de la palma	Nervio cubital

Lumbricales	Extiende las articulaciones interfalángicas y flexiona las MCF	Nervio mediano y cubital
Interóseos dorsales	Abduce los dedos a partir del dedo medio, flexiona las articulaciones MCF y extiende las articulaciones IF	Nervio cubital
Interóseos palmares	Abduce los dedos hacia el dedo medio, flexiona las articulaciones MCF y extiende las articulaciones IF	Nervio cubital
Columna		
Esplenio de la cabeza	Extiende la cabeza y el cuello Unilateral: flexiona y rota de la cabeza hacia el mismo lado	Ramas dorsales de los nervios cervicales medios
Esplenio del cuello	Extiende la cabeza y el cuello, aisladamente, flexiona y rota la cabeza hacia el mismo lado	Ramas dorsales de los nervios cervicales inferiores
Iliocostal lumbar	Extiende la región lumbar de la columna vertebral	Ramas dorsales de los nervios lumbares
Iliocostal torácico	Mantiene la posición erecta de la columna	Ramas dorsales de los nervios dorsales (intercostales)
Iliocostal cervical	Extiende la región cervical	Ramas dorsales de los nervios cervicales
Dorsal largo	Extiende la región dorsal de la columna vertebral	Ramas dorsales de los nervios raquídeos
Cervical transverso	Extiende la región cervical de la columna vertebral	Ramas dorsales de los nervios raquídeos
Complexo menor	Extiende y rota la cabeza hacia el lado opuesto	Ramas dorsales de los nervios raquídeos cervicales medio e inferior
Epiespinoso torácico	Extiende la columna vertebral	Ramas dorsales de los nervios raquídeos
Epiespinoso del cuello	Extiende la columna vertebral	Ramas dorsales de los nervios raquídeos
Epiespinoso de la cabeza	Extiende la columna vertebral	Ramas dorsales de los nervios raquídeos
Semiespinoso del tórax	Extiende y rota la columna hacia el lado opuesto	Ramas dorsales de los nervios raquídeos cervicales y dorsales
Semiespinoso del cuello	Extiende y rota la columna hacia el lado opuesto	Ramas dorsales de los nervios raquídeos cervicales y dorsales
Semiespinoso de la cabeza	Extiende y rota la columna hacia el lado opuesto	Ramas dorsales de los nervios cervicales
Multífido del raquis	Extiende y rota la columna hacia el lado opuesto	Ramas dorsales de los nervios cervicales
Rotatorios del torso	Extienden y rotan la columna hacia el lado opuesto	Ramas dorsales de los nervios cervicales

Interespinosos	Extienden la columna vertebral	Ramas dorsales de los nervios raquídeos
Intertransversos	Flexión lateral de la columna	Ramas dorsales y ventrales de nervios raquídeos
Escaleno anterior	Flexión y rotación del cuello y ayudan a la inspiración	Ramas ventrales de C5 a C6
Escaleno medio	Flexión y rotación del cuello y ayudan a la inspiración	Ramas ventrales de C3 a C8
Escaleno posterior	Flexión y rotación del cuello y ayudan a la inspiración	Ramas ventrales de C6 a 8
Fémur, muslo		
Psoas mayor	Flexión y rotación externa del muslo, flexión de columna vertebral	Nervios lumbares L2 a L3
Ilíaco	Flexión y rotación externa del muslo, flexión de columna vertebral	Nervio crural
Glúteo mayor	Extensión y rotación exterior del muslo	Nervio glúteo inferior
Glúteo mediano	Abducción y rotación exterior del muslo	Nervio glúteo superior
Glúteo menor	Abducción y rotación exterior del muslo	Nervio glúteo superior
Tensor de la fascia lata	Flexión y abducción del muslo	Nervio glúteo superior
Piramidal de la pelvis	Rotación externa y abducción del muslo	Nervios sacros S2 o S1 a S2
Obturador interior	Rotación externa y abducción del muslo	Nervio para el obturador interior
Obturador exterior	Rotación externa y abducción del muslo	Nervio obturador
Digeminal superior	Rotación externa y abducción del muslo	Nervio para el obturador interior
Digeminal inferior	Rotación externa y abducción del muslo	Nervio para el cuadrado crural
Cuadrado cural	Rotación externa y abducción del muslo	Nervio para el cuadrado crural
Aductor medio	Aducción y rotación interior y flexión del muslo	Nervio obturador
Aductor menor	Aducción y rotación interior y flexión del muslo	Nervio obturador
Aductor mayor	Aducción, flexión, rotación interior y exterior del muslo (la parte anterior flexiona y la posterior extiende)	Nervio obturador y ciático
Pectíneo	Flexión y abducción del muslo	Nervio crural
Tibia y peroné		
Aductores, pectíneo recto interno	Aducción del muslo y flexión de la pierna	Nervio obturador
Recto anterior, vasto externo, vasto interno, crural	Los cuatro extienden la pierna, la porción recta flexión del muslo	Nervio crural
Sartorio	Flexión de la pierna, flexión y rotación externa del muslo, con lo que puede cruzarse la pierna	Nervio crural

Bíceps crural, semitendinoso y semimenbranoso	Flexión de la pierna y extensión del muslo	Nervio tibial y peroneo común, rama del ciático
Tobillo y dedos		
Tibial anterior	Flexión dorsal e inversión del pie	Nervio peroneo profundo
Extensor largo del primer dedo del pie	Flexión dorsal e inversión del pie, extension del dedo gordo	Nervio peroneo profundo
Extensor largo de los dedos del pie	Flexión dorsal y eversión del pie, extensión de los dedos	Nervio peroneo profundo
Peroneo anterior	Flexión dorsal y eversión del pie, extensión de los dedos	Nervio peroneo profundo
Peroneo lateral largo	Flexión plantar y eversión del pie	Nervio peroneo superficial
Peroneo lateral corto	Flexión plantar y eversión del pie	Nervio peroneo superficial
Gemelos	Flexión plantar del pie y flexion de la pierna	Nervio tibial
Sóleo	Flexión plantar del pie	Nervio tibial
Delgado plantar	Flexión plantar del pie	Nervio tibial
Poplíteo	Flexión y rotación interir de la pierna	Nervio tibial
Flexor largo del primer dedo	Flexión plantar e inversión, flexión del dedo gordo	Nervio tibial
Flexor largo común de los dedos del pie	Flexión plantar e inversión del pie y flexión de los dedos	Nervio tibial
Tibial posterior	Flexión plantar e inversión del pie	Nervio tibial
Extensor corto de los dedos	Extensión del primero al cuarto dedo	Nervio peroneo profundo
Abductor del primer dedo	Abducción del primer dedo, flexión de la articulación MTF	Nervio plantar interno
Flexor corto de los dedos del pie	Flexión del segundo al quinto dedo	Nervio plantar interno
Abductor del quinto dedo del pie	Abducción y flexión del quinto dedo	Nervio plantar externo
Cuadrado plantar	Flexión del segundo al quinto dedo	Nervio plantar externo
Lumbricales del pie	Extensión de las articulaciones IF y flexión de las MTF del segundo al quinto dedo	Nervios plantares interno y externo
Flexor corto del primer dedo del pie	Flexión del primer dedo	Nervio plantar interno
Aductor del primer dedo del pie	Aducción y flexión del primer dedo	Nervio plantar externo
Flexor corto del quinto dedo del pie	Flexión del quinto dedo	Nervio plantar externo
Interóseos dorsales del pie	Abducción de los dedos y flexión de las falanges proximales	Nervio plantar externo

Interóseos plantares	Aducción del tercero, cuarto y quinto dedos y flexión de las falanges proximales	Nervio plantar externo

MCF = metacarpofalángicas; IF = interfalángicas; MTF = metatarsofalángicas.

ARTICULACIONES

Definición: punto de unión entre dos o más huesos lo suficientemente laxa para permitir el movimiento entre las partes. Los factores que influyen en el movimiento articular son:

- La forma en que se adaptan entre sí los huesos de la articulación.
- La flexibilidad de los tejidos blandos que mantienen unidos a los huesos.
- La posición de ligamentos, músculos y tendones.

Clasificación estructural

Fibrosas: si no existe cavidad articular y los huesos se mantienen unidos por tejidos conjuntivos fibrosos.

Cartilaginosas: no existe cavidad articular y los huesos se mantienen unidos por el cartílago.

Sinoviales: existe cavidad articular y los huesos se unen por una cápsula articular que los rodea y por ligamentos accesorios.

Clasificación funcional

1. Articulaciones inmóviles o sinartrosis: huesos unidos por tejido fibroso o cartílago.
   - **a)** Suturas: por prolongaciones dentadas que unen estrechamente ambas superficies.
     Verdaderas:
     - Dentadas: huesos parietales.
     - Aserrada: las dos porciones del frontal.
     - Limbosa: entre parietales y frontal (corte en bisel).

     Falsas:
     - Sinartrosis sinfibrosis escamosa: entre temporales y parietales.
     - Armónica: entre maxilares.
   - **b)** Esquindilesis: una delgada placa es recibida en la fisura o depresión de otro hueso.
     - Vómer es recibido en la fisura entre los maxilares y los palatinos.

c) Gonfosis: una apófisis crónica acomodada en una cavidad estrecha.
- Raíces de los dientes en los alveolos de maxilares.

d) Sincondrosis: el cartílago entre los huesos se osifica en la vida adulta.
- Entre el occipital y el esfenoides.

2. Articulaciones semimóviles o anfiartrosis: huesos unidos por discos de cartílago o ligamentos interóseos.

a) Sínfisis: huesos unidos por una placa o disco de fibrocartílago.
- Sínfisis del pubis.

b) Sindesmosis: se une por tejido óseo.
- Tibioperonea inferior.

3. Articulaciones móviles o diartrosis: constan de cartílago hialino que cubre las extremidades adyacentes de los huesos. Una cápsula fibrosa reforzada por ligamentos y membrana sinovial que tapiza la cápsula fibrosa.

a) Artrodia: deslizable, una superficie se desliza sobre la otra.
- Carpo, torso.

b) Bisagra: se mueven hacia atrás o adelante en un solo plano.
- Rodilla, codo, interfalángicas, occipital-atlas.

c) Condilea: una cabeza ovoide es recibida en una cavidad elíptica.
- Radio y carpo.

d) Encaje recíproco o silla de montar: las caras de los huesos son concavo-convexas.
- Astrágalo-calcaneo.

e) Trocoide: un cilindro óseo encaja en un cilindro hueco.
- Cúbito-radio (proximal).

f) Enartrosis: una cabeza encaja en una cavidad en forma de capa.
- Hombro, cadera.

Columna vertebral

Las vértebras se unen entre sí por las articulaciones formadas por los cuerpos vertebrales y las apófisis articulares, así como, de manera indirecta por medio de ligamentos situados entre las láminas, las apófisis espinosas y las apófisis transversas.

a) De los cuerpos entre sí.
- Tipo anfiartrosis.

b) Apófisis articulares entre sí.
- Tipo artrodia.

Cabeza

Son inmóviles en su mayor parte, excepto la articulación maxilar que posee amplia movilidad.

a) Huesos del cráneo entre sí.
- Sinartrosis.

b) Huesos de la cara entre sí y con el cráneo.
- Temporal-maxilar, tipo bicondilea.

Tórax

Las costillas se articulan por medio de su cabeza con los cuerpos vertebrales y a través de su tuberosidad con las apófisis transversas.

a) De las costillas con la columna vertebral.
- Costovertebral (artrodia).
- Costotransversa (semitrocoide).

Miembro superior

Se encuentran unidos entre sí los diversos segmentos que lo constituyen por articulaciones variadas que permiten amplios movimientos:

a) Escápula-torácica (sinartrosis).
b) Articulaciones de hombro entre sí y con el tórax.
- Esternocostoclavicular.
- Acromioclavicular.

c) Articulaciones escapulohumeral (enartrosis).
d) Articulaciones de codo.
- Húmero cubital (trocleartrosis).
- Húmero radial (condílea).

e) Articulaciones radiocubitales.
- Superior (trocoide).
- Inferior (semitrocoide).

f) Articulaciones de muñeca (condílea).
g) Articulaciones de la mano.
- Carpianas (artrodias).
- Carpometacarpianas (artrodias).

- Intermetacarpianas (artrodias).
- Metacarpofalángicas (condileas).
- Interfalángicas (trocleares).

Miembro inferior

a) Articulaciones de la pelvis.
- Sacroilíaca (diartroanfiartrosis).
- Sínfisis del pubis (diartroanfiartrosis).

b) Articulación coxofemoral (enartrosis).

c) Articulaciones de rodilla.
- Femororrotuliana (trocleartrosis).
- Femorotibial (bicondílea).

d) Articulaciones tibioperoneas.
- Superior (artrodia).
- Inferior (artrodia).

e) Articulaciones tibiotarsiana (trocleartrosis).

f) Articulaciones de pie.
- Astragalocalcánea (artrodia).
- Medio tarsiana o Chopart:
  - Astragaloescafoidea (enartrosis).
  - Calcaneocuboidea (encaje recíproco).
  - Escafoidocuboidea.
  - Escafoidocuneales.
  - Intercuneales.
  - Cuneocuboidea.
- Transometatarsiana o Lisfranc (artrodia).
- Intermetatarsianas.
- Metatarsofalángicas (condíleas).
- Interfalángicas (trocleartrosis).

TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES

Todas las funciones físicas del cuerpo necesitan de alguna actividad muscular, como movimiento del esqueleto, contracción del corazón, peristaltismo intestinal, entre otros. Para estas actividades se utilizan tres tipos de músculos, los cuales a continuación se describen:

Músculo estriado o esquelético: tiene estrías, se inserta en los huesos, es

controlado por el sistema nervioso periférico, tiene varios núcleos y mitocondrias, sus células funcionales son la actina y la miosina.

Músculo cardiaco: se localiza en el corazón y es controlado por el sistema nervioso autónomo.

Músculo liso: se localiza en estructuras huecas, vísceras, vasos sanguíneos, estómago y esófago, entre otros. Es controlado por el sistema nervioso autónomo (involuntario), no tiene estrías.

Todos tienen alguna característica en común. Los músculos esquelético y cardiaco son estriados, además, contienen mecanismos contráctiles semejantes. El músculo liso se localiza en la mayor parte de los órganos internos, tiene su organización diferente con las mismas bases contráctiles, por otra parte, la potencia de la contracción, duración y otras características difieren en gran medida al encontrarse adaptadas a cada tipo de músculo para la tarea que debe efectuarse.

Músculo esquelético o estriado

Cerca de 40% del cuerpo está formado por músculo esquelético y casi 10% de liso y cardiaco. Los músculos esqueléticos son los “motores vivos” que proporcionan el movimiento activo al esqueleto articulado, así como el mantenimiento de su postura. La propiedad básica del músculo esquelético es la contracción de su protoplasma (sarcoplasma), su capacidad de acortarse proporciona el movimiento.

El tamaño, la forma y estructura microscópica de los músculos varían de manera considerable, de acuerdo con su función particular, en donde la célula muscular, a causa de su forma larga y delgada, se denomina **fibra muscular**. El músculo esquelético se denomina músculo voluntario, debido a que está sujeto a la voluntad de la persona y estriado a causa de sus características estriaciones transversales microscópicas.

Los componentes del tejido conectivo de un músculo esquelético sirven de conducto por donde discurre la rica inervación e irrigación de las fibras musculares. Además, proporcionan un marco NO contráctil, a través del cual se transmite al hueso la contracción de las fibras musculares. El tejido conectivo que rodea a la totalidad del músculo se denomina **epimisio**, el que rodea a los haces que circundan a las fibras musculares se llama **perimisio** y el que rodea a cada fibra de manera individual se denomina **endomisio**.

El músculo estriado lo constituyen numerosas fibras, cuyo diámetro varía

entre 10 y 100 µ, las más pequeñas miofibrillas con diámetro de 1 a 2 µ.

Sarcolema: es la membrana celular de la fibra muscular, constituida por una verdadera membrana plasmática y una capa de material polisacárido, así como fibrillas delgadas de colágeno que brindan la resistencia al sarcolema. En los extremos de las fibras musculares esta capa superficial de sarcolema se une o fusiona con las fibras tendinosas que, a su vez, se organizan en fascículos para formar los tendones musculares que se insertan en los huesos.

Miofibrillas: filamentos de miosina y actina, cada fibra muscular contiene varios cientos o varios miles de miofibrillas, las cuales tienen a su vez alrededor de 1 500 filamentos de miosina y 3 000 de actina, consideradas como grandes moléculas proteínicas polimerizadas encargadas de la contracción muscular. Los filamentos gruesos de miosina y los delgados de actina están interpuestos de manera parcial, esto hace que las miofibrillas estén dotadas de bandas claras y obscuras alternadas. Las bandas claras que sólo contienen filamentos de actina se llaman bandas I y las bandas oscuras que contienen filamentos de miosina se llaman bandas A. Los filamentos de actina están insertados en la llamada membrana seca y se extiende a cada lado de la membrana Z, para sobreponerse con los filamentos de miosina y la membrana Z pasa de miofibrilla a miofibrilla, además de que las une entre Z y Z, se le llama sarcomera, la cual mide alrededor de 2 µ de extensión.

Sarcoplasma: las miofibrillas se encuentran suspendidas en el interior de las fibras musculares en la unidad denominada **sarcoplasma**, compuesta por los constituyentes intracelulares ordinarios. El líquido del sarcoplasma contiene grandes cantidades de potasio, magnesio, fosfato y enzimas proteicas. También se encuentran numerosas mitocondrias, situadas entre las miofibrillas contráctiles de grandes cantidades del ATP, formado por las mitocondrias.

Retículo sarcoplásmico: es muy extenso y tiene organización especial muy importante para la regulación de la contracción muscular.

Músculo cardiaco

El corazón está compuesto por tres capas: pericardio, miocardio y endocardio. El miocardio a su vez se compone por tres tipos de músculos: auricular, ventricular y fibras excitadoras y conductoras especializadas.

Las fibras musculares cardiacas se distinguen en forma y calibre de las

fibras musculares esqueléticas, en un corte transversal se observan más irregulares y en un corte longitudinal corren casi paralelas, emiten en los extremos ramificaciones características que se unen a las fibras vecinas, es decir, las fibras cardiacas están dispuestas en un entrelazado con fibras que se dividen, se reúnen y se vuelven a separar.

Núcleos: son de forma oval y bastante clara, son grandes, de tamaño relativo y se encuentran en la parte media de la célula.

Sarcolema: es semejante al de las fibras musculares esqueléticas, pero el sarcoplasma es más abundante. El esquema de estriado transversal y la denominación de las distintas bandas corresponden a las relaciones del músculo esquelético; sin embargo, el estriado transversal no es tan notable. Cerca de cada polo nuclear se encuentra una pequeña zona de sarcoplasma sin estriado longitudinal, rica en mitocondrias y que contiene un pequeño complejo de Golgi, en uno de los polos nucleares. El sarcoplasma contiene más glucógeno que la musculatura esquelética.

Discos intercalares: son de rasgo característico, se visualizan como líneas gruesas transversales en intervalos irregulares. En realidad se trata de membranas celulares que separan entre sí a las células musculares cardiacas, es decir, las fibras musculares cardiacas están compuestas por muchas células individuales conectadas en serie entre sí. Los discos intercalares cruzan toda la fibra a lo ancho y de varias partes corridas de manera longitudinal. Siempre se encuentran a la altura de las líneas Z, pero son más anchas.

Filamentos de actina y miosina: tienen la misma distribución regular y precisa que el músculo esquelético, esto es la causa del músculo estriado transversal del músculo cardiaco. Sin embargo, no están agrupados en miofibrillas bien definidas, debido a que en su lugar, hileras de mitocondrias separan los filamentos en haces paralelos anastomosados.

Mitocondria: son muy numerosas y tienen un gran número de crestas. Además de encontrarse en hileras entre los miofilamentos, se acumulan en los polos nucleares. En los espacios entre las mitocondrias se encuentran gotas de lípidos, los cuales actúan como fuentes energéticas.

Túbulos T: tienen un diámetro mayor que el músculo esquelético y se localizan a la altura de las líneas Z, por tanto, su número es menor que en el músculo esquelético, su función es la misma, transmitir potenciales de acción desde el sarcolema hasta el interior de la fibra.

Retículo sarcoplásmico: tiene una conformación simple, se compone de

una red tubular irregular que rodea los haces de filamento, sin formar cisternas terminales unidas.

Músculo liso

Se compone de células con formas fusiformes y alargadas, pudiendo variar sus tamaños dependiendo de su localización siendo para la pared de los vasos de 20 µm, las fuerzas de tracción entre la miosina y la actina que causan la contracción en el músculo liso y esquelético en esencia son iguales, pero la disposición física de las fibras musculares lisas es por completo distinta.

Tipos

El tipo de músculo liso de cada órgano se distingue de la mayor parte de los órganos restantes de varias maneras; dimensiones físicas, organización en haces o vainas, respuesta a diferentes tipos de estímulos, características de su infracción y la función. Por tanto, se puede dividir en dos tipos principales: músculo liso multiunitario y músculo liso unitario.

Músculo liso multiunitario: se compone de fibras musculares lisas discretas. Cada fibra opera con independencia de las otras y con frecuencia es inervada por una infracción nerviosa única. Las superficies externas de estas fibras se revisten de una fina capa de sustancia análoga a la de la membrana basal, una mezcla de colágeno y fibrillas glucoproteicas, las cuales ayudan a aislar las fibras entre sí, como las fibras esqueléticas.

Su principal característica es que cada fibra puede contraerse de manera independiente de las otras y que su control se ejerce sobre todo, por señales nerviosas. Por ejemplo, las fibras del músculo ciliar del ojo, del iris ocular y los músculos piloerectores que causan el erizamiento de los pelos cuando son estimulados por el sistema nervioso simpático.

Músculo liso unitario: no se refiere a fibras musculares únicas, significa que una masa de cientos o millares de fibras musculares pueden contraerse juntas como si fueran una sola unidad. Por lo general, las fibras se relacionan en capas o haces y sus membranas celulares se adhieren unas a otras en muchos puntos, de manera que la fuerza generada en una fibra muscular puede transmitirse a la siguiente. Además, las membranas celulares están unidas por muchas unidades intercelulares laxas, las cuales permiten el flujo libre de iones de una

célula a otra, de modo que los potenciales de acción o los iones simples pueden viajar de una fibra muscular a la siguiente y hacer que las fibras se contraigan juntas. También se le conoce a este músculo como músculo liso sincitial, debido a las interconexiones entre sus fibras. Este músculo se encuentra en la mayor parte de las paredes de casi todas las vísceras del cuerpo (incluido intestino, conductos biliares, uréteres, útero y vasos sanguíneos), se le conoce también como músculo liso visceral.

BIOMECÁNICA

Se refiere a los movimientos coordinados del sistema musculosquelético a nivel dinámico. Su base está en las palancas dinámicas en tres planos. Los componentes de la mecánica muscular son:

- Los músculos que proveen la potencia (P).
- Las articulaciones de los puntos de apoyo o fuerza (F).
- El peso del segmento que es la resistencia (R).

Palanca

La **palanca** es un vástago rígido que se mueve alrededor de puntos fijos determinados, llamados punto de apoyo o fuerza (F). Una palanca recibe la acción de dos fuerzas distintas en dos puntos diferentes: la resistencia (R) y la potencia (P).

La resistencia es la fuerza que se opone al movimiento y la potencia es la fuerza que se ejerce para conseguir dicho movimiento.

Tipos de palancas

Primer género (PFR): no hay muchos de este tipo en el cuerpo. Un ejemplo es la articulación entre el atlas y el hueso occipital (figura 1-2).

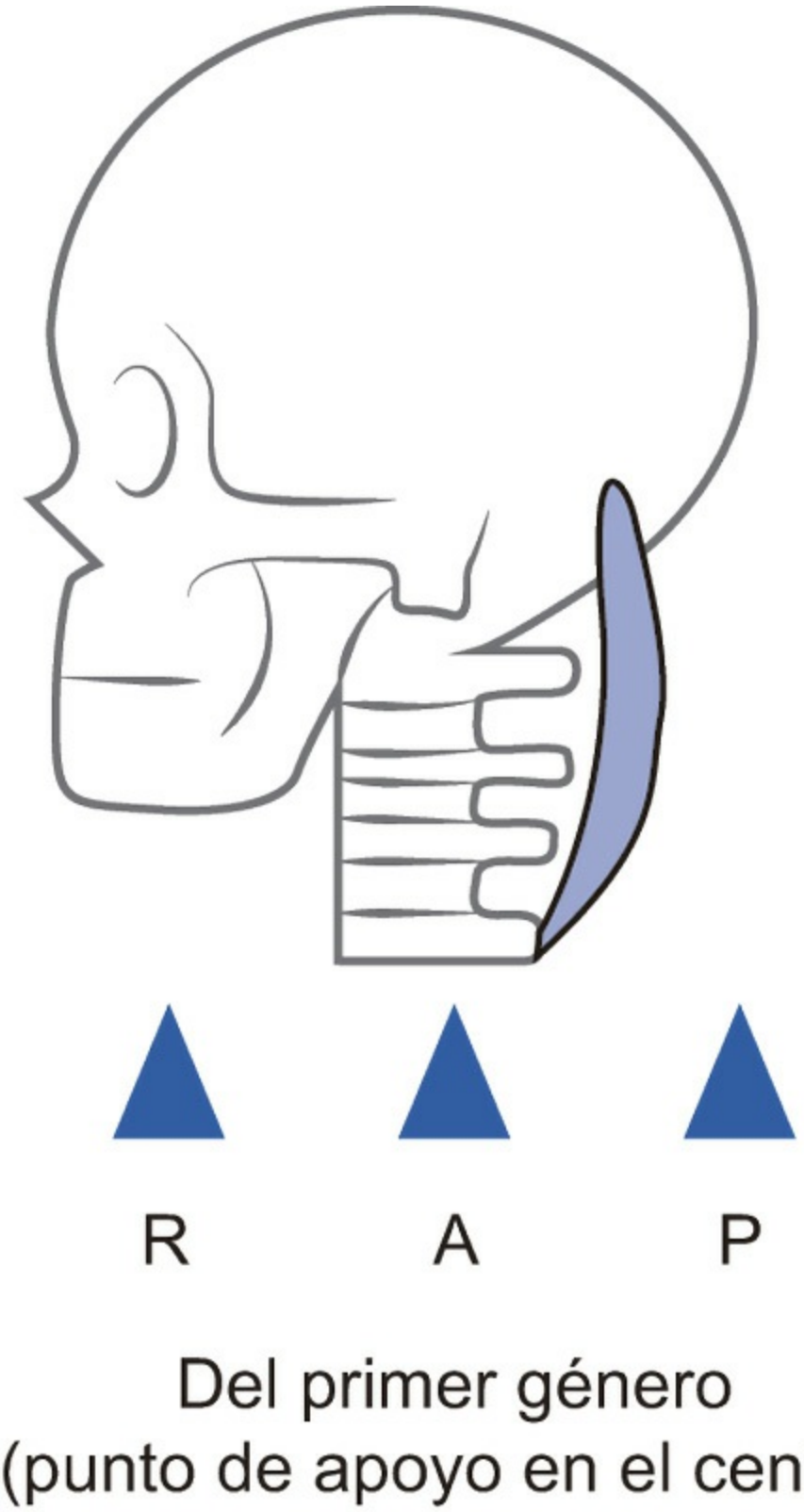
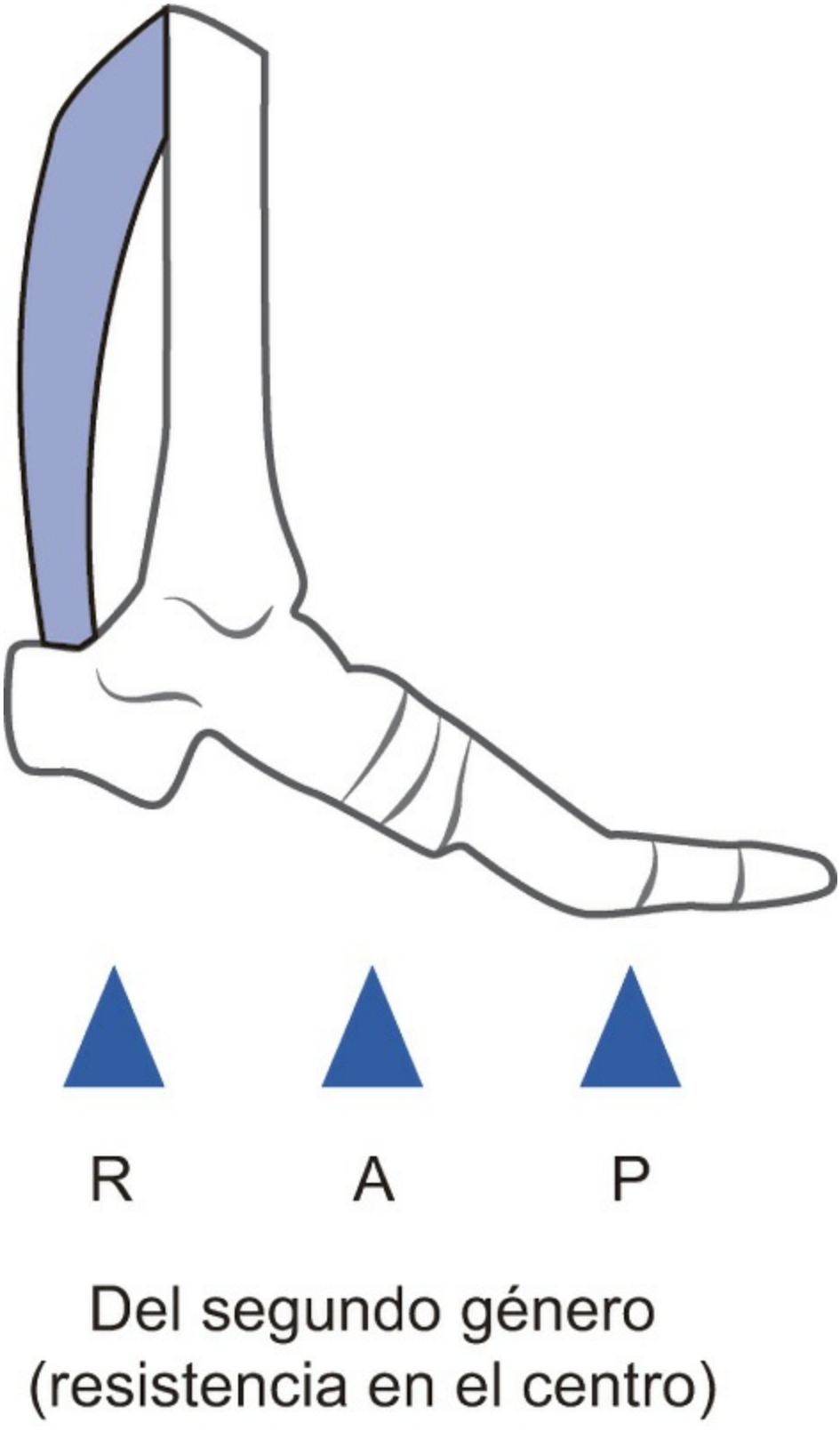


Figura 1-2. Palanca del primer género (punto de apoyo en el centro). Cortesía de Fernando Lois Rey.

P = músculo de la espalda.
F = articulación.

R = reacción facial.

Segundo género (FRP): son pocos los casos de esta palanca en el organismo. Un ejemplo es ponerse de puntas (figura 1-3).



Del segundo género
(resistencia en el centro)

Figura 1-3. Palanca del segundo género (resistencia en el centro). Cortesía de Fernando Lois Rey.

F = parte anterior del pie.
R = el cuerpo.
P = músculos de la pantorrilla.

Tercer género (FPR): son los más frecuentes en el organismo (figura 1-4). Por ejemplo:

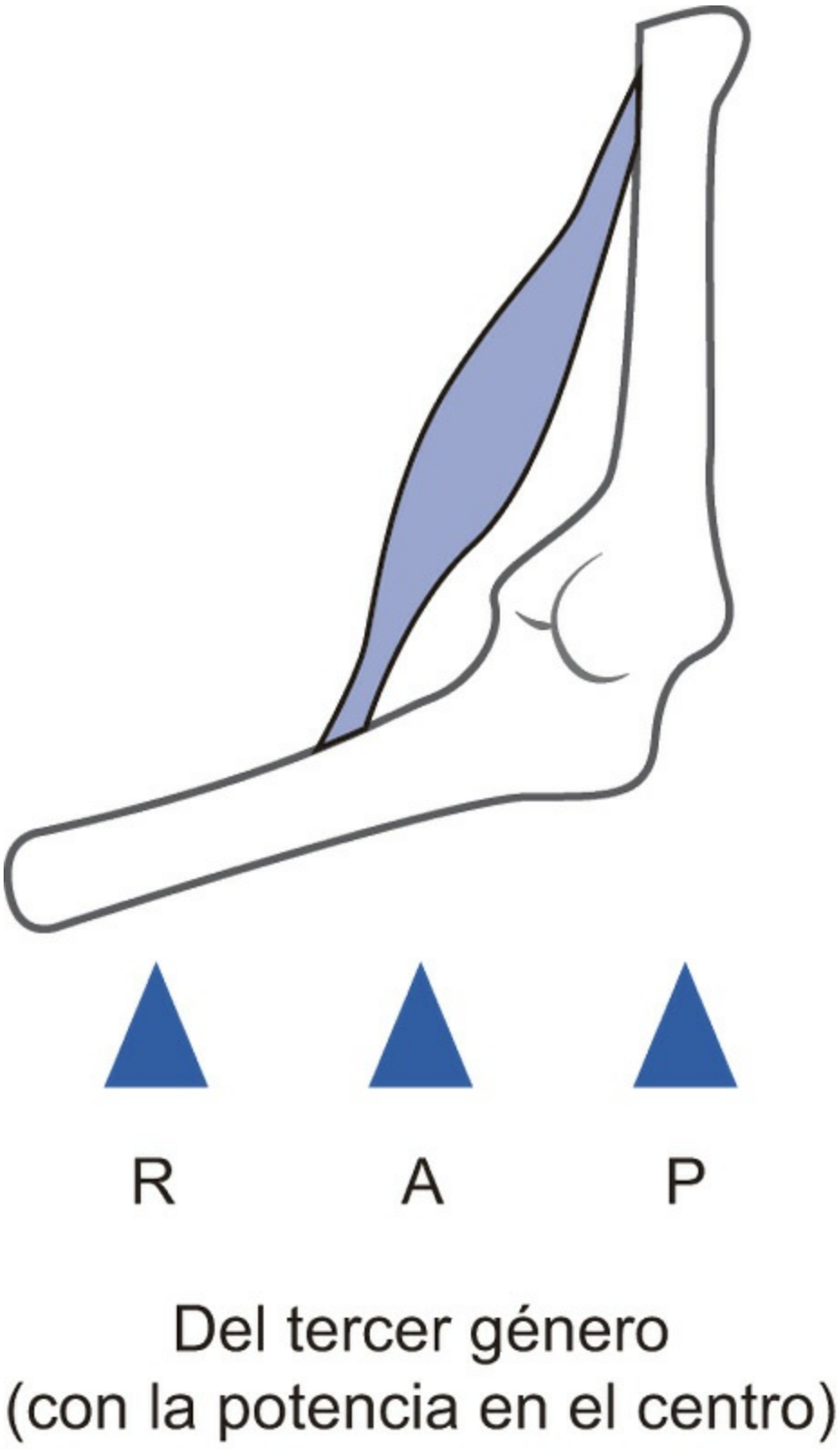


Figura 1-4. Palanca del tercer género (con la potencia en el centro). Cortesía de Fernando Lois Rey.

Aducción del muslo

F = articulación de cadera.

P = contracción de los músculos.
R = peso del muslo.

Flexión del codo

F = articulación de codo.
P = contracción de bíceps.
R= peso del antebrazo.

Planos y ejes

Enseguida se describen definiciones anatómicas de ayuda para la identificación de segmentos corporales (figura 1-5).

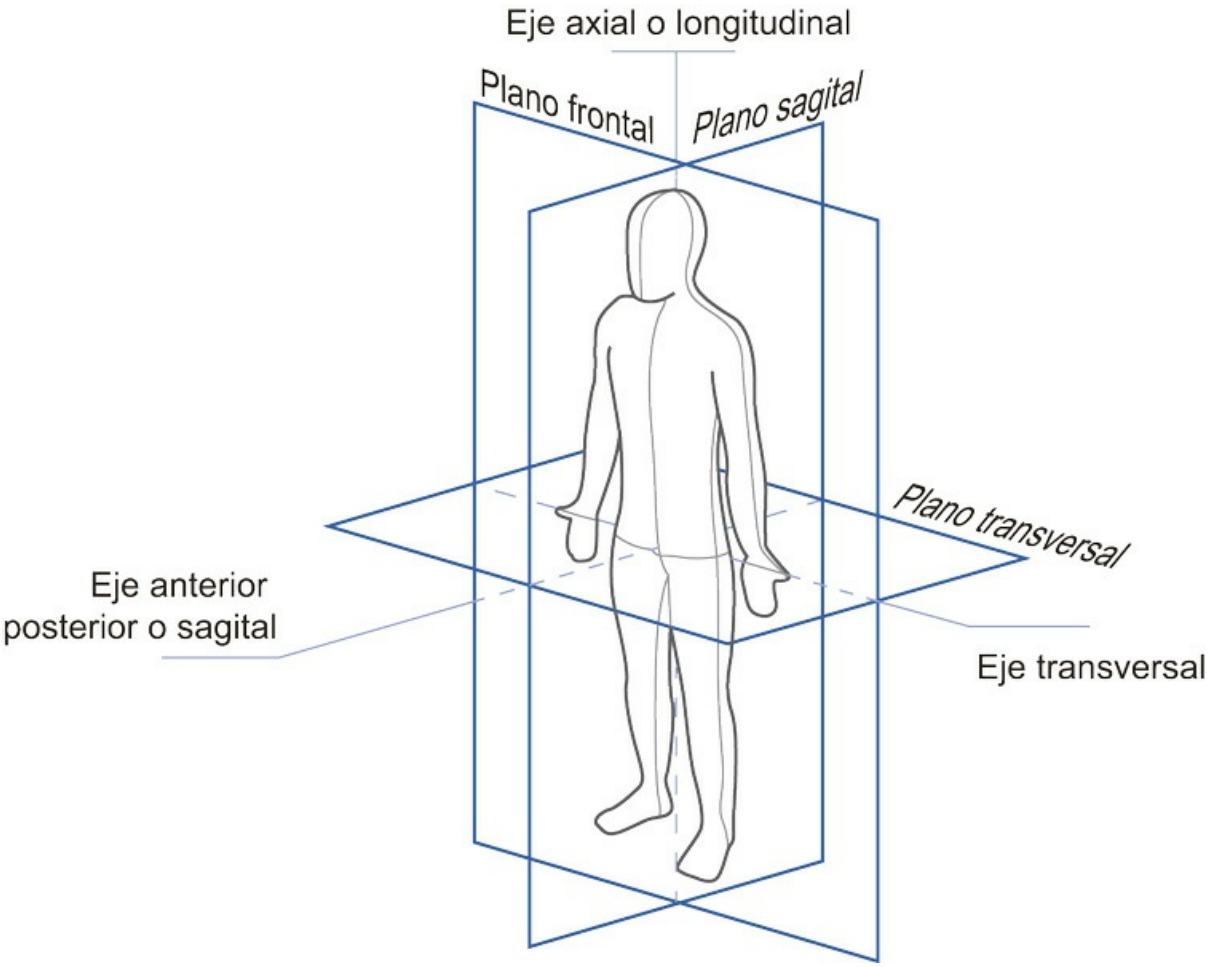


Figura 1-5. Imagen de esquema corporal con cortes de planos. Cortesía de Fernando Lois Rey.

Plano sagital: es vertical y se extiende de adelante hacia atrás, puede ser denominado plano anteroposterior, divide al cuerpo en las unidades derecha e izquierda.

Plano coronal: es vertical y divide al cuerpo en anterior y posterior,

también se llama plano frontal.

Plano transversal: es horizontal y divide al cuerpo en porciones superior e inferior.

Eje sagital: situado en el plano sagital se extiende de manera horizontal de adelante hacia atrás, los movimientos de abducción y aducción tienen lugar alrededor de éste en el plano coronal.

Eje coronal: situado en el plano coronal se extiende de modo horizontal de un lado a otro, sus movimientos son flexión y extensión. Tiene lugar alrededor de este eje en el plano sagital.

Eje longitudinal: es vertical, se extiende en dirección caudal con movimientos de rotación interna y externa.

Posición anatómica: es la postura con la cara hacia adelante, brazos a los costados, palmas de las manos hacia adelante con los dedos y pulgares en extensión (en la posición cero y de preferencia para definiciones de planos y pies).

Centro de gravedad: es la intersección de los tres planos en las vértebras L5, S1 y S2.

BIBLIOGRAFÍA

Agur MR, Dalley F: *Grant. Atlas de Anatomía*, 11ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2007.

Berne RM y Levy MN: *Fisiología*, 3ª ed, Madrid: Harcourt, Mosby, 2001.

Boron WF, Boulpaep EL: *Medical Physiology*. Updated edition. EUA: Elsevier Saunders, 2005.

Burkitt HG, Young B, Heath JW: *Histología funcional Wheater*, 3ª ed. Madrid: Churchill Livingstone; 1993.

Costanzo LS: *Fisiología*, 1ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2000.

Drake RL, Vogl W, Mitchell AWM: *GRAY Anatomía para estudiantes*. 1ª ed. Madrid: Elsevier, 2005.

Stuart Ira Fox: *Fisiología Humana*, 7ª edición. Madrid: Editorial Mc Grall Hill, 2003.

Guyton AC: *Tratado de Fisiología Médica*, 11ª edition, Madrid: Elsevier España, 2006.

Jacob SW, Francone CA, Lossow WJ: *Anatomía y Fisiología Humana*.

4ª ed. México: Nueva Editorial Interamericana, 1988.

Lumley JSP, Craven JL, Aitken JT: *Anatomía esencial*. 3ª ed. Barcelona: Salvat Editores S.A., 1985.

Moore KL: *Anatomía con orientación clínica*. 3ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1993.

Netter FH: *Sistema Digestivo. Conducto superior. Colección Ciba de ilustraciones médicas*. 1ª ed. Barcelona: Masson-Salvat Medicina, 1981.

Netter FH: *Atlas de Anatomía Humana*. 3ª ed. Barcelona: Masson-Salvat Medicina; 2003.

Regueiro González JR, López Larrea C, González Rodríguez S, Martínez Naves E: *Inmunología. Biología y patología del sistema inmune*. 3ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2002.

Rhoades RA, Tanner GA: *Fisiología médica*. 1ª ed. Barcelona: Editorial Masson Little Brown S.A., 1997.

Schmidt RF, Thews G: *Fisiología Humana.* 24ª ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 1993.

Stevens A, Lowe J: *Histología humana*. 3ªed. Madrid: Elsevier, Mosby, 2006.

CAPÍTULO 2

Reflejos

El reflejo se define como: “La respuesta motriz independiente de la voluntad, provocada inmediatamente por la aplicación de un estímulo adecuado, pudiendo ser o no consciente”. La unidad fisiológica del sistema nervioso está constituida por las vías aferentes, eferentes y la sección medular que integran el reflejo.

Existe una hipótesis, la cual sugiere que los reflejos existen en una relación paralela a la coordinación motora, de modo que su inicio puede facilitar o amplificar la magnitud de la respuesta voluntaria, así conforman los trayectos básicos organizados de la médula espinal y la regulación desde los centros más elevados. Se logra mediante la excitación y la inhibición impuesta en esta trayectoria de reflejos. No se integra a nivel de la corteza.

En todos los casos de estímulo hay una respuesta inmediata, motora o secretoria a estímulos mecánicos, químicos, entre otros, con independencia de la voluntad, que puede ser consciente o no. Si la respuesta al estímulo no es inmediata, no puede considerarse como reflejo.

CONSTITUCIÓN ANATÓMICA

Desde el punto de vista anatómico, el reflejo está constituido por:

- Vías aferentes que conducen el estímulo.
- Un centro al que arribe el estímulo y que elabore una respuesta.
- Vías eferentes, por las cuales la excitación del centro estimulado alcance el órgano ejecutor de la respuesta.

ARCO REFLEJO

El arco reflejo está integrado por:

1. Una rama aferente constituida por el receptor periférico del estímulo y la neurona sensitiva.
2. Un centro situado en la sustancia gris del SNC (constituido por el cuerpo celular de la neurona eferente, en el asta anterior de la médula espinal).
3. Una rama eferente constituida por la neurona motriz o secretoria (conduce impulsos desde el sistema nervioso central [SNC] a un órgano efector, músculo o glándula).

En el arco reflejo se distinguen cuatro fases fisiológicas:

1. La recepción del estímulo.
2. Su conducción.
3. La elaboración del centro.
4. La respuesta.

CLASIFICACIÓN DE REFLEJOS

Según su respuesta:

Reflejo neurógeno: es la transmisión de un impulso que inicia en cualquier sitio del cuerpo y causa una reacción en otra parte del mismo.
Reflejo simple: sucede cuando la estimulación a un receptor provoca la respuesta de un solo músculo.
Reflejos locales: son acciones reflejas básicas**,** por ejemplo: los reflejos viscerales.
Reflejos controlados: pueden ser inhibidos o propiciados voluntariamente por medio de un impulso nervioso; por ejemplo, el miccionar.

Desde el punto de vista clínico se clasifican en:

Reflejos superficiales: se producen mediante **la** estimulación cutánea. Son respuestas flexoras o de tres neuronas.
Reflejos profundos: se realizan al golpear un tendón y la respuesta es un estiramiento.
Reflejos especiales: en éstos participan estructuras distintas de los músculos.
Reflejos anormales: son aquellos que disminuyen o aumentan de forma exagerada.

Según su origen:

Reflejos innatos o congénitos: son los reflejos que están formados desde el nacimiento, también se denominan reflejos absolutos o incondicionados.

Reflejos condicionados: son los reflejos adquiridos ante determinados estímulos.

Longet clasificó a los reflejos dependiendo de la pertenencia que sus vías tenían al sistema cerebroespinal o simpático:

Reflejos cerebroespinales: tanto la vía aferente como la eferente del reflejo se constituyen por nervios del sistema cerebroespinal. A este grupo pertenecen los reflejos profundos (deglución, estornudo, tos, parpadeo, entre otros).

Reflejos vegetativos: las vías aferente y eferente están constituidas por ramas de nervios simpáticos; corresponden a ellas los reflejos de la digestión, entre otros.

Reflejos mixtos: una vía pertenece al sistema cerebroespinal y otra al vegetativo. Hay dos subgrupos:

- La vía aferente cerebroespinal y la vía eferente vegetativa.
- La vía aferente vegetativa y la vía eferente cerebroespinal.

Sherrington distingue dos tipos de reflejos:

Reflejos exteroceptivos: tienen su origen en un fenómeno exterior al organismo, que obra sobre la superficie externa del cuerpo (piel, ojos, oídos, entre otros). Corresponden a este grupo los reflejos profundos cutáneos y los reflejos protectores de los órganos de los sentidos.

Reflejos interoceptivos: se dividen en visceroceptivos y propioceptivos.

- **Reflejos visceroceptivos:** son los que se originan en las vísceras, tienen como resultado acciones secretorias, motoras (en músculos lisos viscerales) y vasomotoras. Son inconscientes y de orden vegetativo.
- **Reflejos propioceptivos:** tienen su origen en estímulos que obran dentro del cuerpo, en los músculos esqueléticos, tendones, huesos, articulaciones, aparato vestibular, entre otros.

Se distinguen cuatro grupos dependiendo el tipo de reflejo:

1. Reflejos profundos u osteotendinosos.
2. Reflejos superficiales o cutáneos y mucosas.
3. Reflejos de automatismo medular.
4. Reflejos de postura y actitud.

REFLEJOS DEL RECIÉN NACIDO

Los primeros movimientos que pueden presentarse en el recién nacido consisten en reflejos (cuadro 2-1), los cuales son desencadenados por estímulos externos de distintos tipos. En el recién nacido, tiene gran importancia determinar si su sistema nervioso está sano, lo cual se hace al provocar en él los reflejos. Si en la infancia, determinado reflejo "normal" se sigue manifestando durante un tiempo demasiado largo o si nunca desaparece es probable que se sospeche algún deterioro neurológico.

Cuadro 2–1. Reflejos del recién nacido

Reflejos	Estímulo	Respuesta	Edad de integración
Reflejos oculares			
Reflejo ocular doble o ciliar	Estímulo luminoso en los ojos	Cierra los ojos al mismo tiempo	
Reflejo corneal	Tocar la córnea del bebé con un hisopo estéril	Cierre del ojo estimulados es bilateral	
Reflejo glabelar o nasopalpebral	Decúbito superior, como si se le fuera a pegar en la glabela	Cierre de los ojos	Toda la vida
Reflejos cutáneos			
Presión palmar o Grospyn	Estímulo en la palma de la mano	Presión palmar	9 a 10 meses
Presión plantar	Presión en la planta del pie	Presión plantar	3 a 4 meses
Babinski	Estimular la planta del pie del talón a los dedos	Flexión de los dedos, extensión y abducción del dedo gordo	
Reflejos de supervivencia			
Búsqueda	Se estimula a nivel de las comisuras	Desvía la cabeza hacia el estímulo	2 a 3 meses
Succión	Introduce el dedo del niño en la boca	Succiona	5 a 6 meses
Deglución	Introducir algo al bebé para que se trague	Deglute	2 a 3 meses

Reflejo del Moro	Se sacude la cabeza o deja caer con suavidad	Estira los brazos y los dedos de la mano y piernas, y luego flexiona las cuatro extremidades	Recién nacido a 3 meses
Reflejo de marcha	Se carga de manera que sus pies puedan tocar una superficie horizontal plana	Movimiento alternativo de los dos miembros	2 semanas a 5 meses
Reflejo de gateo	Decúbito prono, se aplica presión a la planta de uno y otro pie	Responde con una pauta de gateo ejecutada con las cuatro extremidades	Nacimiento a 3 o 4 meses
Natación	En el agua se le sostiene la cabeza	Movimientos de natación	11 días a 5 meses

Reflejos de Moro

Si se sacude ligeramente la cabeza se presenta este reflejo; el infante estira los brazos y los dedos de la mano, también un poco las piernas, después se llevan las cuatro extremidades, así como los dedos, a una postura de flexión contra el cuerpo.

El reflejo de Moro se advierte en el feto en la novena semana de la concepción y siempre existe en los recién nacidos, durante los tres primeros meses. Si persiste mucho más allá del noveno mes de vida extrauterina se podrá pensar en un retraso psicomotor.

Reflejo tónico cervical de las extremidades

Si se hace girar el cuerpo del neonato, el estiramiento de los músculos cervicales provoca un aumento de tono en las extremidades correspondientes al lado que la cabeza enfrenta, las extremidades del lado opuesto se flexionan.

Este reflejo se observa casi siempre en los productos pretérmino y durante la primera semana de vida, en casi la mitad de todos los recién nacidos normales. Si persiste, se considera un signo de que los centros cerebrales superiores no suprimen de manera correcta los movimientos mediados por la parte inferior del tallo cerebral.

Reflejos de presión palmar y plantar

Tocar las palmas de las manos del recién nacido, así como la parte delantera del lado inferior de los dedos de los pies, tiende a causar flexión, de las manos y los pies, respectivamente. Se torna cada vez más fuerte entre el décimo día y del tercer mes de vida, se debilita alrededor de los

seis meses y desaparece por completo hacia el final del primer año.

Reflejos de enderezamiento de la cabeza y el cuerpo

Se advierten en el lactante durante el primer año de vida y es probable que contribuyan a la ejecución, más adelante, de los movimientos voluntarios de darse vuelta en la cuna.

El reflejo de enderezamiento del cuerpo por rotación de la cabeza se provoca al hacer girar la cabeza en decúbito, de espaldas, el tronco gira por acción refleja, en la misma dirección. El reflejo de enderezamiento de la cabeza por rotación del cuerpo se realiza al hacer girar las piernas en una dirección, estando en una posición prona, esa acción hace girar la cabeza en la misma dirección. Este reflejo es normal hasta el primer año de vida.

Reflejo laberíntico de enderezamiento

Este reflejo aparece alrededor del segundo mes después del nacimiento, cuando el infante está tendido sobre el abdomen, trata de mirar hacia arriba, este reflejo se hace más fuerte al promediar el primer año de vida. Contribuye a que adopte una posición vertical de la cabeza y el cuerpo, así como al movimiento de avance del niño al concluir el primer año.

Reflejo de marcha

Hacia el fin de la segunda semana de vida, muchos recién nacidos “caminan” si se les sostiene en posición vertical, de manera que sus pies puedan tocar una superficie horizontal plana. A medida que los centros cerebrales maduran, este reflejo de marcha desaparece alrededor del quinto mes.

Reflejo de gateo

Si se pone al infante boca abajo sobre una superficie y se aplica presión a la planta de uno y otro pie, de manera alternativa, el bebé responde con una pauta de gateo ejecutada con sus extremidades superiores e inferiores, se advierte en el nacimiento y se provoca en un feto de siete meses de gestación, desaparece entre el tercer y cuarto mes después del nacimiento.

Movimientos de natación

Este reflejo se ejecuta si se mantiene al bebé por encima del agua. Los movimientos de natación se observaron en neonatos de 11 días de vida.

A los bebés se les tiene que sostener la cabeza, pues no pueden mantenerla sobre el nivel del líquido. Estos movimientos desaparecen hacia el quinto mes de vida.

Reflejos profundos, osteotendinosos o miotáticos

Es la contracción muscular involuntaria, inmediata y breve, que se produce al percutir un tendón o un hueso en un punto determinado (pertenece al grupo de reflejos espinales de Jendrassik, se caracterizan porque sólo interviene la médula espinal).

Son reflejos miotáticos o de estiramiento, en los cuales hay una distensión súbita en el huso muscular, que a su vez origina una contracción de las fibras musculares. Esto se produce cuando el músculo conserva su tono, los reflejos profundos son índice de la integridad del arco reflejo. Éstos se pueden dividir en: reflejo de estiramiento primario de la fibra sensitiva, reflejo de estiramiento secundario de la fibra sensitiva y reflejos fusimotores.

A su vez, el reflejo de estiramiento primario de la fibra sensitiva se puede subdividir en respuestas dinámicas, también denominadas respuestas de reflejos de estiramientos fásicos clónicos, que surgen en apariencia del estiramiento de las terminaciones anuloespirales muy sensibles, en la bolsa nuclear.

Para su exploración, el paciente debe estar en posición cómoda y los músculos relajados al máximo, se realiza con el empleo del martillo Déjerine o Traube, el dorso de una cuchara, el pabellón metálico de un estetoscopio o los dedos de la mano derecha del explorador. El golpe debe ser brusco y breve en la zona precisa de elección, ya sea directamente o sobre un dedo del examinador.

Reflejos profundos de los miembros superiores

A continuación se explica la manera de explorar algunos reflejos importantes, describiendo también la respuesta.

Reflejo estilorradial:

1. Colocar el miembro superior con el antebrazo en flexión, con el brazo. El borde cubital del antebrazo descansa sobre la mano del explorador.

2. Percutir la apófisis estiloides del radio.
Respuesta principal: flexión del antebrazo.
Respuesta accesoria: ligera supinación y flexión de los dedos.

Reflejo cúbito pronador:
1. El miembro en la misma posición que el reflejo anterior.
2. Percutir la apófisis estiloides del cúbito.

Respuesta: pronación del antebrazo con ligera aducción.

Reflejo flexor de los dedos:
1. Con el antebrazo en supinación (descansa por el dorso de la mano, sobre la palma del explorador).
2. Se realiza al percutir los tendones flexores de los dedos.

Respuesta: flexión de los dedos.

Reflejo bicipital:
1. El antebrazo del paciente descansa sobre el explorador, cuya mano toma el codo.
2. Se percute el tendón del bíceps.

Respuesta: flexión del antebrazo sobre el brazo.

Reflejo tricipital:
1. Tomar el brazo a nivel del codo.
2. Dejar caer el antebrazo en ángulo recto con el brazo.
3. Percutir el tendón del tríceps.

Respuesta: extensión del antebrazo sobre el brazo.

Reflejo de olécranon:
1. Miembro en igual posición que el anterior.
2. Percutir el olécranon.

Respuesta: flexión del antebrazo sobre el brazo.

Reflejo del pectoral mayor:

1. Se procede a percutir la masa pectoral.

Respuesta: se produce la abducción del brazo.

Reflejo epicondíleo:

1. Flexión pasiva del antebrazo y de los dedos con ligera supinación, se percute el epicóndilo.

Respuesta: flexión del antebrazo.

Reflejo carpometacarpiano (Bechterew):

1. Percutir el dorso del carpo.

Respuesta: flexión de los dedos.

Reflejo del pisiforme:

1. La presión sobre el pisiforme produce la contracción del cutáneo palmar en la eminencia hipotenar.

Respuesta: origina pliegues en la piel.

Reflejos profundos de los miembros inferiores

En seguida se ejemplifican, la exploración y la respuesta provocada en los reflejos representativos de los miembros inferiores.

Reflejo patelar o rotuliano:

Primera forma:

a) Paciente en cama, se levanta ligeramente el miembro, con una mano colocada debajo del hueco poplíteo.
b) Se hace una discreta flexión de la pierna sobre el muslo.
c) Se percute el tendón rotuliano.

Segunda forma:

a) Sentado con piernas colgando o cruzadas.
b) Se percute sobre el tendón rotuliano.

Si el pie está apoyado en el suelo sobre su punta y se produce el reflejo patelar al percutir el tendón rotuliano, la maniobra efectuada se denomina

de Buzzard.

Respuesta: extensión de la pierna.

Reflejo del aductor mayor:

1. Se percute el tendón del gran aductor a nivel del tubérculo del mismo nombre.

Respuesta: se produce la aducción del músculo.

Reflejo contralateral de los aductores (Pierre Marie-MacCormac):

1. Si al percutir el tendón rotuliano se contraen los aductores del lado opuesto, se obtiene el reflejo contralateral de los aductores.
2. Colocar el miembro que responderá en ligera flexión de la pierna, sobre el muslo y todo en ligera abducción.

Respuesta: el reflejo se puede observar aun en ausencia del patelar.

Reflejo aquiliano: su centro se localiza en S1, existen cuatro maneras de localizarlo:

Primera forma:

a) El paciente sentado con los miembros inferiores colgando.
b) Se levanta ligeramente el pie con una mano.
c) Se percute el tendón de Aquiles.

Segunda forma:

a) El paciente está de rodillas sobre la cama y con los pies fuera del borde.
b) Se lleva ligeramente hacia adelante la planta del pie.
c) Se percute el tendón.

Tercera forma:

a) Paciente acostado.
b) Colocar de manera pasiva el pie del miembro inferior a explorar sobre el lado opuesto, se descansa sobre el maléolo.
c) Con una mano se toma la planta del pie y se lleva en ligera flexión dorsal.
d) Se percute el tendón.

Cuarta forma:

a) Paciente acostado.

b) Colocar la mano en la parte anterior de la planta del pie para provocar una ligera flexión dorsal del pie, de este modo se estira el tendón.
c) Se percute con el martillo.

Respuesta: flexión del pie.

Maniobra de Jendrassik: cuando los reflejos mencionados no se obtienen, sobre todo el rotuliano, se puede ensayar la maniobra de Jendrassik con el objeto de conseguir una mayor relajación muscular.

1. Se pide al paciente que enganche sus manos.
2. Que tire de ellas, mientras se percute el tendón.
3. Con frecuencia se obtiene el reflejo que antes no se lograba.

Reflejo tibiofemoral posterior (Guillain-Barré):
1. El paciente con la pierna en ligera flexión sobre el muslo.
2. Percutir los tendones del músculo semitendinoso y del semimembranoso, en su entrada en la gotera del platillo tibial.

Respuesta: se contraen el músculo semitendinoso y el semimembranoso.

Reflejo peroneo femoral de Guillain-Barré:
1. En la misma posición.
2. Percutir la extremidad superior del peroneo.

Respuesta: contracción del bíceps crural.

Reflejo perióstico tibial:
1. Percutir la cara interna de la tibia.

Respuesta: rotación y aducción del miembro.

Reflejos profundos del tronco

La respuesta refleja no es privativa de las extremidades, en el tronco existen reflejos importantes que a continuación se describen.

Reflejo mediopubiano (Guillain y Alajouanine):
1. Se coloca al paciente con los muslos separados y las piernas un poco

flexionadas.
2. Percutir sobre la sínfisis pubiana.

Respuesta doble:
Superior: se contraen los músculos abdominales.
Inferior: se aproximan los muslos por la contracción de los aductores de ambos miembros.

Reflejos abdominales profundos:
1. Colocar la mano en forma paralela a la pared abdominal. Flexionar los dedos de la primera y segunda falanges (se apoya el extremo de los mismos sobre el borde exterior del recto angular).
2. Percutir a nivel de la flexión de las falanges.

Respuesta: contracción de los músculos abdominales y desviación del ombligo hacia el lado estimulado (apenas visibles en personas normales).

Reflejos profundos de la cabeza

El centro integrado de las actividades humanas también posee reflejos específicos.

Reflejo nasopalpebral (Guillain):
1. Cierra el paciente con suavidad los ojos.
2. Percutir la piel de la región frontal sobre la línea media entre ambas cejas.

Respuesta: contracción del orbicular de los párpados de ambos lados.

Reflejo supraorbitario (McArthy):
1. Paciente con los párpados entornados.
2. Percutir la ceja.

Respuesta: contracción del orbicular de los párpados del mismo lado.

Reflejo masetérico:
1. El paciente está con la boca entreabierta.
2. Percutir con el martillo directamente sobre el mentón, colocar el pulgar

de la mano izquierda de manera transversal sobre el mentón o apoyado contra la mandíbula.

Respuesta: elevación de la mandíbula.

Reflejos superficiales, cutáneos o mucosos

Estos reflejos se exploran después de los profundos. Se constituyen por contracciones reflejas de un músculo o de un grupo muscular, provocadas por estimulación de una determinada región del tegumento o mucosa correspondiente. Son de origen espinal.

Exploración de los reflejos superficiales

Para la excitación de la piel o la mucosa se utiliza la yema del dedo, un lápiz, un alfiler o el mango del martillo del reflejo, se ejerce más o menos presión, friccionando o pellizcando. Conviene emplear diversos medios de estimulación, para que en casos de reflejos disminuidos, de una u otra manera, sea posible obtenerlos.

Reflejos superficiales de la cabeza

Reflejos corneal y conjuntival:

1. Paciente en posición de mirada lateral extrema.
2. Estimular la córnea o conjuntiva bulbar del sector temporal del ojo, dirigido hacia adentro.
3. Tocar con un pequeño trozo de algodón.

Respuesta: contracción del orbicular de los párpados.

Reflejo nasal o estornutatorio:

1. Excitar con un pañuelo (estímulos químicos o tirando de pelos de las ventanas nasales), se introduce por la nariz.

Respuesta: estornudo acompañado de lagrimeo.

Reflejo faríngeo:

1. Se estimula con un abatelenguas la pared posterior de la faringe.

Respuesta: se observa contracción faríngea y algunas veces produce

náuseas.

Reflejo velopalatino:

1. Estimular el borde libre del paladar blando con un abatelenguas.

Respuesta: se observa elevación del paladar, por lo general uniforme, se conserva la posición mediana de la úvula.

Reflejos superficiales del tronco

Reflejos cutáneos abdominales:

1. Estimular la piel del abdomen, desde afuera hacia dentro (alfiler, yema del índice o el mango del martillo de reflejos), de manera perpendicular a la línea media.
2. Estimular en la región infraumbilical, umbilical y supraumbilical.

Respuesta: desviación del ombligo hacia el lado estimulado.

Reflejos superficiales de los miembros inferiores

Reflejo plantar:

1. Se estimula la planta del pie, en su lado externo, medio o interno, con mucha, ligera o escasa presión.

Respuesta: provoca la flexión de los dedos.

Signo de Babinski:

1. Estimular de la misma manera la planta del pie.

Respuesta: extensión del dedo gordo y flexión de los demás (se abren en abanico). Se puede obtener mediante otras maniobras:

a) **Signo de Oppenheim:** extensión del dedo gordo, se fricciona con el pulgar y el índice el borde anterior de la tibia, de arriba hacia abajo; es un signo de irritación cerebral.
b) **Signo de Schäfer:** la misma respuesta, pero se comprime el tendón de Aquiles.
c) **Signo de Gordon:** misma respuesta, pero se comprimen las masas musculares de la pantorrilla.

Se considera como un fenómeno emparentado con los reflejos de automatismo medular, constituye el reflejo de flexión o fenómeno de los acortadores. Su existencia es normal en los primeros años de vida (1 o 2 años), cuando la vía piramidal no se ha mielinizado y su presencia patológica por lesión en la vía piramidal indica que se trata de un reflejo de origen espinal, inhibido de modo normal por acción piramidal.

En caso de alteración de la vía piramidal, el reflejo no sólo es muy intenso, sino también es provocado, aún desde zonas vecinas del lugar en que de manera habitual es despertado.

Signo de Chaddock:

1. Trazar sobre el dorso del pie, contorneando de extremo a extremo, el cuello del pie.

Respuesta: extensión del dedo gordo.

Signo de Stranski*:*

1. Percutir detrás del maléolo externo.

Respuesta: abducción pasiva del quinto dedo. Se tienen como lo más importante:

a) **Cabeza:** nasopalpebral, maseterino, córneo y velopalatino.
b) **Tronco:** medio pubiano y los tres cutáneos abdominales.
c) **Miembro superior:** estilorradial, cubitopronador, bicipital, tricipital.
d) **Miembro inferior:** patelar, aquiliano, cutáneo plantar.

La mayor parte de los reflejos se presentan en el cuadro 2-2.

Cuadro 2–2. Centros y respuestas de los principales reflejos normales

Reflejo	Estímulo	Respuesta	Integración
Nasopalpebral	Percusión de la región glabelar	Cierre de los ojos	Protuberancia V y VII glabelar
Maseterino	Percusión sobre el mentón	Ascenso de mandíbula	Protuberancia V y VII nervios craneales
Córneo	Excitación o irritación de la córnea con un algodoncillo	Cierre del ojo	Protuberancia V y VII nervios craneales
Velopalatino	Excitación del paladar blando con un abatelenguas	Ascenso del borde libre del paladar	Bulbo IX y X par craneal
Olecraneano	Percusión del olécranon	Flexión del antebrazo	C5

Olecraneano	Percusión del olécranon	Flexión del antebrazo	C5
Bicipital	Percusión del tendón del bíceps	Flexión del antebrazo	C5
Radial o estilorradial	Percusión de la apófisis estiloides del radio	Flexión y supinación del antebrazo	C6
Tricipital	Percusión del tendón del tríceps	Extensión del antebrazo	C7
Cubital o cubitopronador	Percusión de la apófisis del cúbito	Pronación del antebrazo/ligera flexión	C8
Flexor de los dedos	Percusión del tendón del flexor común de los dedos	Flexión de los dedos	C7 y C8
Cutáneo abdominal superior	Frote en la parte superior del abdomen	Contracción y desvío del ombligo	D7
Cutáneo abdominal inferior	Frotar el abdomen en su parte inferior	Contracción y desvío del ombligo	D7
Mediopubiano	Percusión de la sínfisis del pubis	Contracción de abductores	D10 a L2
Cremasteriano	Excitación de la cara interna del muslo	Elevación del escroto	L1 y L2
Patelar	Percusión del tendón rotuliano	Extensión de la pierna	L3 y L4
Aquiliano	Percusión sobre el tendón de Aquiles	Flexión del pie	S1
Bulbocavernoso	Fricción sobre el glande	Contracción de la uretra	S3 y S4
Anal	Fricción en la región perineal	Contracción del esfínter anal	S5

ANORMALIDADES OBSERVABLES EN LOS REFLEJOS

1. Un reflejo normal puede ser vivo o exagerado: hiperreflexia.
2. Un reflejo normal puede disminuir su intensidad o abolirse: hiporreflexia y arreflexia.
3. Un reflejo normal puede invertir su respuesta: inversión del reflejo.
4. Pueden aparecer reflejos que por lo general no existen: reflejos patológicos.

Hiperreflexia

Se llama así, cuando la respuesta de un reflejo normal es más brusca, más intensa, más amplia y más rápida de lo habitual, ésta se obtiene con un estímulo de igual o menor intensidad.

Un reflejo exagerado puede llegar a producir, no sólo una sacudida como respuesta, sino que esta sacudida es seguida de varias sacudidas sucesivas, dando lugar a lo que se denomina reflejo policinético. Existe otro

fenómeno en caso de hiperreflexia y se denomina: fisión de los reflejos, consiste en que aumenta la superficie a partir de la cual se obtiene un determinado reflejo.

Clonus

Serie de contracciones involuntarias, rítmicas, determinadas en un grupo muscular, por la estimulación brusca y pasiva de los tendones o músculos. Para que el clonus se produzca, casi siempre se necesita que la estimulación tendinosa sea continúa, que al terminar la primera contracción, se presenta de inmediato la segunda.

El clonus representa desde la perspectiva fisiopatológica una hiperexcitabilidad del arco reflejo por supresión de la acción frenadora o reguladora que suele ejercer la vía piramidal, es decir, que se trata de un fenómeno de liberación.

Clonus del pie

a) Se flexiona la pierna sobre el muslo.
b) Tomar la pierna de manera que descanse sobre el antebrazo del explorador.
c) Tomar el pie por la cara plantar.
d) Provocar la flexión dorsal pasiva forzada.

Respuesta: se inicia una serie de sacudidas rítmicas.

El clonus patológico es inagotable y termina con la flexión pasiva del dedo gordo. También se presenta el clonus de la mano. Se observa en los mismos casos de clonus del pie.

Abolición de los reflejos o arreflexia

La abolición de un reflejo puede deberse a una lesión central (poliomielitis), así como a una lesión periférica, la cual afecta la vía aferente o eferente del arco reflejo (polineuritis). A veces el reflejo es débil y cuesta trabajo provocarlo, por tanto, conviene practicar exámenes repetidos y en distintas posiciones para comprobar la falta de reflejo. La abolición de los reflejos profundos puede originarse por múltiples causas que actúan en los distintos segmentados del arco reflejo.

Reflejos que sólo aparecen en condiciones patológicas en miembros inferiores

Reflejo cuboideo: la respuesta patológica es la flexión de los dedos, se da por lesión del haz piramidal en la médula espinal inferior.

Reflejo de Rossolimo: la percusión de la cara plantar en la base de los dedos del pie o del talón, produce la flexión de los dedos, se da por lesión del haz piramidal.

Reflejo plantar tónico: si se estimula la planta del pie con un objeto romo, se produce una hiperreflexión exagerada de los dedos de éste. Se da en lesiones frontales, del lado opuesto a la lesión o en el síndrome de Hakim-Adams (hidrocefalia normotensiva).

Reflejos que sólo aparecen en condiciones patológicas miembros superiores

Reflejo de Jacobson-Bechterew: se percute por la cara dorsal de la apófisis estiloides del radio, se observa flexión de los dedos en las paresias o plejías espásticas, aunque también se observa en condiciones normales.

Signo de Hoffmann: es un signo patológico que puede significar irritación piramidal o lesión por arriba del quinto segmento cervical, el cual puede verse en cuadros de hiperexcitabilidad neuromuscular. Se explora de la siguiente manera:

a) Se toma la mano del paciente con la palma hacia abajo y dedos relajados.

b) Se sostiene el dedo medio con los dedos índice y medio del explorador.

c) Se aplica un rápido pellizco a la extremidad del dedo y una brusca flexión sobre la falange digital.

Respuesta: se flexiona la falange distal del índice y pulgar del paciente.

Reflejo de prensión forzada: al estimular la palma de la mano del paciente se da una flexión de los dedos que aprisionan el objeto de la estimulación. Cuando se obtiene en un solo lado, se considera una lesión del lóbulo frontal contralateral, de manera bilateral se halla en enfermedades cerebrales difusas o en el edema de cerebro.

Reflejo palmomentoniano: la estimulación de la palma de la mano a nivel de la eminencia tenar, produce la contracción de los músculos del

mentón y orbicular de los labios.

Reflejos de masticación

También llamado de mordida. Es la fuerza para triturar los alimentos y deglutirlos.

Reflejo de succión: se estimula la mucosa labial y se provoca el movimiento de succión, a los cuatro meses el niño no realiza ruido o chasquido al comer o beber.

Reflejo de hociqueo: se despierta percutiendo con suavidad en la parte media de ambos labios, cuya respuesta es que el paciente hace un gesto de dar un beso o forma una especie de hocico.

Reflejo de búsqueda: se estimula la comisura del labio del niño con algún objeto cerca de la boca, el niño voltea hacia el lado donde se realiza el estímulo, va de los 0 a los 4 meses.

Reflejo nauseoso: éste está presente de 0 a 6 u 8 meses.

Reflejo de deglución: incluye movimientos voluntarios e involuntarios, lleva los siguientes pasos: alimento = boca = estómago. Tiene cuatro fases:

1. **Fase oral preparatoria:** contacto con líquido (voluntario).
2. **Fase oral voluntaria:** el alimento pasa de la punta a la parte posterior.
3. **Fase faríngea:** el líquido pasa por acción de la gravedad (involuntario).
4. **Fase esofágica:** el alimento es llevado al estómago.

Existen tres tipos de mordida:

1. **Mordida primitiva:** se considera como una deglución, dentro de ésta encontramos la mordida fásica, que son movimientos estereotipados.
2. **Mordida madura:** incluye movimientos circulares de mandíbula y lengua.
3. **Mordida tónica:** ésta se observa en los niños espásticos.

REFLEJOS ANORMALES EN EL RECIÉN NACIDO

El diagnóstico temprano de los reflejos anormales persistentes puede ser muy importante para un funcionamiento más eficaz del niño con parálisis cerebral. Se necesita conocer las respuestas reflejas normales y anormales,

así como sus efectos sobre el desarrollo motor, para tener la base sobre la evaluación en el diagnóstico y el tratamiento del niño con parálisis cerebral u otro tipo de disfunción cerebral.

Las pruebas para evaluar estos reflejos están diseñadas para todas las personas que examinan y tratan a niños con disfunciones neurofisiológicas: médicos generales, pediatras, neurólogos, ortopedistas, fisiatras, terapeutas, fisioterapeutas y terapeutas del lenguaje.

El tratamiento se debe iniciar antes de que los niños desarrollen patrones anormales al rodarse, sentarse, gatear y caminar. Por tanto, la terapéutica debe efectuarse lo antes posible. Los reflejos primitivos son esenciales en el desarrollo normal. Las respuestas a estos reflejos preparan a los niños para un desarrollo progresivo como rodarse, ponerse de pie, gatear, entre otros.

Cuando el control inhibitorio de los centros superiores se desorganiza o retrasa, los patrones primitivos dominan. Estos reflejos más primitivos se traducen por anormalidades manifestadas en posturas y movimientos más antiguos, y en un tono muscular anormal.

Se puede clasificar al niño con parálisis cerebral (PC) de acuerdo con la secuencia de su desarrollo en la maduración de reflejos y evaluarlo en términos de condición de su nivel particular de reflejos, así como del tono muscular anormal.

Existen tres niveles de desarrollo de los reflejos (cuadro 2-3):

Cuadro 2–3. Secuencia de desarrollo normal

Niveles de maduración en el SNC	Niveles que corresponden al desarrollo de reflejos	Niveles que resultan del desarrollo motriz
Espinal, tallo cerebral o ambos	Apedal y reflejos primitivos	Decúbito prono, decúbito supino
Mesencéfalo	Cuadrupedal y reacciones de enderezamiento	Gatear, sentarse. Relación entre sí (cabeza-cuello-tronco), en el espacio
Cortical	Bipedal y reacciones de equilibrio	De pie, caminar, normalización del tono, adaptación a los cambios del centro de gravedad

Nota: Las reacciones negativas de los dos primeros niveles implican respuestas normales, las reacciones positivas son respuestas anómalas. Las reacciones negativas de los dos niveles superiores implican respuestas anormales, las reacciones positivas son respuestas normales.

1. **Apedal:** predominan los reflejos primitivos espinales y de tallo cerebral, con desarrollo motriz de una criatura acostada en posición

supina o prona.

2. **Cuadrupedal:** predomina el desarrollo mesencefálico con reacciones de enderezamiento y el desarrollo motriz del niño que se puede enderezar por sí mismo, asumir la posición de gateo y sentado.
3. **Bipedal:** a nivel de desarrollo cortical, revela reacciones de equilibrio con desarrollo motriz de un niño que puede asumir la posición de pie, como la de deambular.

NIVEL ESPINAL

Los reflejos espinales son "fásicos", son movimientos reflejos que coordinan los músculos de las extremidades en patrones de flexión o extensión totales. Si las reacciones positivas persisten más allá de los dos meses, pueden indicar un retraso en la maduración del sistema nervioso central (SNC) (cuadro 2-4).

Cuadro 2–4. Nivel espinal

Reflejo	Posición de prueba	Estímulo	Reacción negativa	Reacción positiva
Retracción flexora	• Decúbito supino • Cabeza en posición media • Brazos y piernas extendidos	Estimular la planta del pie	El niño mantiene extendida la pierna estimulada o la retira voluntariamente del estímulo	Flexión incontrolada de la pierna estimulada. Esta reacción es normal hasta los dos meses de edad
Extensión refleja	• Decúbito supino • Cabeza en posición media • Una pierna extendida y otra flexionada	Estimular la planta del pie de la pierna flexionada	El niño mantiene la pierna en flexión	Extensión incontrolada de la pierna estimulada. La reacción positiva es normal hasta los dos meses
Extensión cruzada 1	• Decúbito supino • Cabeza en posición media • Una pierna extendida y otra flexionada	Flexionar la pierna extendida	Al flexionar la pierna extendida, la pierna opuesta permanece flexionada	Al flexionar la pierna extendida, la opuesta se extenderá. La reacción positiva es normal hasta los dos meses

Extensión cruzada 2	• Decúbito supino Cabeza en posición media • Las dos piernas extendidas	Estimular la superficie interna de una pierna con golpes	No hay reacción a la estimulación en ninguna pierna	En la pierna opuesta hay abducción, rotación interna y extensión plantar (posición en tijera). Reacción positiva normal hasta los dos meses

NIVEL DEL TALLO CEREBRAL

Los reflejos de tallo cerebral son posturales "estáticos" y producen cambios en la distribución del tono muscular a lo largo del cuerpo, respecto a la posición de la cabeza con el cuerpo, por estimulación laberíntica o estimulación de los propioceptores de los músculos del cuello (cuadro 2-5).

Cuadro 2–5. Nivel del tallo cerebral

Reflejo	Posición de prueba	Estímulo	Reacción negativa	Reacción positiva
Reflejo tónico asimétrico de cuello	• Decúbito supino • Cabeza en posición media • Brazos y piernas extendidas	Voltear la cabeza hacia un lado	No hay reacción en los miembros de ningún lado	Extensión del brazo y de la pierna del lado hacia donde está la cara o un aumento del tono extensor, flexión del brazo y de la pierna del lado del cráneo, o un aumento flexor, reacción positiva normal hasta los 4 meses
Reflejo tónico simétrico de cuello 1	• Paciente en posición cuadrúpeda o sobre las rodillas del examinador	Ventroflexión de la cabeza	No hay cambio en el tono en brazos y piernas	Flexión de los brazos o domina tono flexor, piernas extendidas o domina tono extensor. La reacción positiva es normal de 4 a 6 meses
Reflejo tónico simétrico de cuello 2	• Paciente en posición cuadrúpeda o sobre las rodillas del examinador	Dorsiflexión de la cabeza	No hay cambio en el tono de brazos o piernas	Extensión de los brazos o domina tono extensor, piernas flexionadas o domina tono flexor. La reacción positiva es normal de 4 a 6 meses
Reflejo tónico laberíntico en decúbito supino	• Decúbito supino • Cabeza en posición media • Brazos y piernas extendidos	Posición supina por sí misma	No hay aumento en el tono extensor cuando los brazos y las piernas se flexionan de manera pasiva	Domina tono extensor cuando los brazos y piernas se flexionan de manera pasiva. La reacción positiva es normal a los 4 meses

Reflejo tónico laberíntico en decúbito prono	• Decúbito prono • Cabeza en posición media	Posición prona por sí misma	No hay aumento en el tono flexor, la cabeza, brazos, piernas o tronco pueden estar extendidos	Incapaz de flexionar la cabeza hacia el tronco, ni de retraer los hombros, ni extender el tronco, brazos y piernas. La reacción positiva es normal a los 4 meses
Reacciones relacionadas	• Decúbito supino	Pedir al paciente, que apriete un objeto	No hay reacción o una reacción mínima o aumento del tono en otras partes del cuerpo	Reacción idéntica del miembro opuesto o aumento del tono en otras partes del cuerpo. La reacción positiva indica un retraso en maduración de reflejos
Reacción de apoyo positivo	• Sostener al paciente en posición de pie	Hacer brincar sobre la planta de los pies	No aumenta el tono	Aumenta el tono extensor en las piernas, pueden presentarse flexión plantar reacción positiva normal es de 3 a y genu recurvatum. La reacción positiva normal es de los 3 a 8 meses
Reacción de apoyo negativo	• Paciente en posición de pie	Sostener su peso	La liberación del tono extensor del apoyo positivo permite unos pies plantígrados y flexión de las piernas	Persistencia de apoyo positivo. La reacción positiva es normal a los 8 meses

Si las reacciones positivas de este nivel persisten después de los seis meses, se podría indicar un retraso en el desarrollo motor del SNC. El dominio absoluto de estos reflejos primitivos del tallo cerebral da como resultado un paciente apedal (véase cuadro 2-3).

NIVEL DE MESENCÉFALO

Las reacciones de enderezamiento interactúan entre sí y trabajan para establecer una relación normal de la cabeza como del cuerpo, tanto en el espacio como entre sí. Éstas se modifican conforme aumenta el control cortical, hacia el final del quinto año de vida (véase cuadros 2-3 y 2-6).

Cuadro 2–6. Nivel del mesencéfalo

Reflejo	Posición de prueba	Estímulo	Reacción negativa	Reacción positiva
Reflejo de enderezamiento de cuello	• Decúbito supino • Cabeza en posición media • Brazos y piernas extendidos	Rotar la cabeza hacia un lado, activa o pasivamente	El cuerpo no rota	El cuerpo rota como un todo hacia la misma dirección de la cabeza. La reacción positiva es normal del nacimiento a los 6 meses
Reflejo de enderezamiento de cuerpo, actuando sobre el cuerpo	• Decúbito supino • Cabeza en posición media • Brazos y piernas extendidas	Rotar la cabeza hacia un lado activa o pasivamente	El cuerpo rota hacia un lado como un todo y no de manera segmentaria	Rotación segmentaria del cuerpo entre los hombros y la pelvis. La reacción positiva es normal de los 6 a 18 meses

Reflejo de enderezamiento laberíntico, actuando sobre la cabeza 1	• Sostener al paciente en el aire con los ojos vendados • Posición prona	Posición prona en el aire por sí misma	No endereza la cabeza de modo automático a la posición prona	La cabeza se endereza a la posición normal, cara vertical y boca horizontal. La reacción positiva es normal de 1 a 2 meses y continúa a lo largo de la vida
Reflejo de enderezamiento laberíntico al actuar sobre la cabeza 2	• Sostener al paciente en el aire con los ojos vendados • Posición supina	Posición supina en el aire por sí misma	No endereza la cabeza de manera automática a la posición normal	La cabeza se endereza a la posición normal, cara vertical y boca horizontal. La reacción positiva es normal a los 6 meses y continúa a lo largo de la vida
Reflejo de enderezamiento laberíntico actuando sobre la cabeza 3	• Sostener al paciente en el aire con los ojos vendados, se sujeta de la pelvis	Inclinar hacia la derecha	No endereza la cabeza de modo automático	La cabeza se endereza a la posición normal, cara vertical y boca horizontal. La reacción positiva es normal de los 6 a 8 meses y continúa a lo largo de la vida
Reflejo de enderezamiento laberíntico actuando sobre la cabeza 4	• Sostener al paciente en el aire con los ojos vendados, se sujeta de la pelvis	Inclinar hacia la izquierda	No endereza la cabeza de modo automático	La cabeza se endereza a la posición normal, cara vertical y boca horizontal. La reacción positiva es normal de los 6 a 8 meses y continúa a lo largo de la vida
Reflejo de enderezamiento óptico 1	• Sostener al paciente en el aire • Posición prona	Posición prona en el aire por sí misma	La cabeza no se levanta automáticamente	La cabeza se endereza a la posición normal, cara vertical y boca horizontal. La reacción positiva es normal de 1 a 2 meses y continúa a lo largo de la vida
Reflejo de enderezamiento óptico 2	• Sostener al paciente en el aire • Posición supina	Posición supina en el aire por sí misma	No endereza la cabeza de manera automática a la posición normal	La cabeza se endereza a la posición normal, cara vertical, boca horizontal. La reacción positiva es normal a los 6 meses y continúa a lo largo de la vida
Reflejo de enderezamiento óptico 3	• Sostener al paciente en el aire, se sujeta de la pelvis	Inclinar hacia la derecha	No endereza la cabeza de manera automática	La cabeza se endereza a la posición normal, cara vertical y boca horizontal. La reacción positiva es normal de 6 a 8 meses y continúa a lo largo de la vida
Reflejo de enderezamiento óptico 4	• Sostener al paciente en el aire, sujetándolo de la pelvis	Inclinar hacia la izquierda	No endereza la cabeza de manera automática	La cabeza se endereza a la posición normal, cara vertical y boca horizontal. La reacción positiva es normal de los 6 a 8 meses y continúa a lo largo de la vida
Reacción anfibia	• Decúbito prono • Cabeza en posición media • Piernas y brazos extendidos por encima de la cabeza	Levantar la pelvis de un lado	No se produce flexión del brazo, cadera y rodilla	Flexión automática del brazo, cadera y rodilla del mismo lado. La reacción es normal de los 6 meses a lo largo de la vida

REACCIONES DE MOVIMIENTO AUTOMÁTICO

Son reacciones producidas por cambios en la posición de la cabeza, implican los canales semicirculares. Los laberínticos se observan en pacientes bajo condición patológica (cuadro 2-7).

Cuadro 2–7. Movimientos automáticos

Reflejo	Posición de prueba	Estímulo	Reacción negativa	Reacción positiva
Reflejo de Moro	• Paciente en posición semirreclinada	Dejar caer la cabeza hacia atrás	Respuesta de sobresalto	Abducción, extensión, rotación externa, extensión y abducción de los dedos. La reacción positiva es normal de los 1 a 4 meses
Reflejo de Landau	• Sostener al paciente en el aire, se detiene del tórax • Posición prona	Levanta la cabeza, activa o pasivamente	Columna y piernas se mantienen flexionadas extienden. La reacción	Columna y piernas se positiva es normal los de 6 a 8 meses
Reflejo extensor de defensa (reacción de paracaídas)	• Paciente en decúbito prono, brazos extendidos arriba de la cabeza	Suspender al paciente en el aire, proyectar la cabeza hacia el suelo	Los brazos no protegen la cabeza	Inmediata extensión de los brazos con abducción y de los dedos, y extensión de dedos para proteger la cabeza. La reacción positiva es normal a los 6 meses y se prolonga a lo largo de la vida

NIVEL CORTICAL

Se presenta cuando el tono muscular se normaliza y provee de una adaptación corporal en respuesta al cambio del centro de gravedad corporal (véanse cuadros 2-3 y 2-8).

Cuadro 2–8. Nivel cortical

Reflejo	Posición de prueba	Estímulo	Reacción negativa	Reacción positiva
Decúbito supino	• Decúbito supino, sobre una plancha inclinable • Brazos y piernas extendidas	Inclinar la plancha hacia un lado	La cabeza y tórax no se enderezan, no hay reacciones de equilibrio y defensa	Enderezamiento de la cabeza y tórax, abducción y extensión del brazo, y de la pierna del lado elevado, reacción de defensa sobre el lado inclinado. Esta reacción es normal a los 6 meses y continúa a lo largo de la vida
Decúbito prono	• Decúbito prono, sobre una plancha inclinable • Brazos y piernas extendidos	Inclinar la plancha hacia un lado	La cabeza y tórax no se enderezan, no hay reacciones de equilibrio y defensa	Enderezamiento de la cabeza y tórax, abducción y extensión del brazo y de la pierna del lado elevado, reacción de defensa sobre el lado inclinado. Esta reacción es normal a los 6 meses y continua a lo largo de la vida
Sentado	• Paciente sentado	Empujar o inclinar hacia un lado	La cabeza y tórax no se enderezan, no hay reacciones de equilibrio y defensa	Enderezamiento de la cabeza y tórax, abducción y extensión del brazo, y de la pierna del lado elevado, reacción de defensa sobre el lado inclinado. Esta reacción es normal de los 10 a los 12 meses y continúa a lo largo de la vida

Posición cuadrúpeda	• Paciente en posición cuadrúpeda	Inclinar al paciente hacia un lado	La cabeza y tórax no se enderezan, no hay reacciones de equilibrio y defensa	Enderezamiento de la cabeza y tórax, abducción y extensión del brazo, además de la pierna del lado elevado, reacción de defensa sobre el lado inclinado. Esta reacción es normal a los 8 meses y continúa a lo largo de la vida
Hincado	• Paciente en posición de hincado	Inclinar al paciente hacia un lado	La cabeza y el tórax no se enderezan, no hay reacciones de equilibrio y defensa	Enderezamiento de la cabeza y tórax, abducción y extensión del brazo y de la pierna del lado elevado, reacción de defensa sobre el lado inclinado. Esta reacción es normal a los 15 meses y continúa a lo largo de la vida
Posición de simio	• Paciente en cuclillas	Inclinar al paciente hacia un lado	La cabeza y el tórax no se enderezan, no hay reacciones de equilibrio y defensa	Enderezamiento de la cabeza y tórax, y extensión del brazo y de la pierna del lado elevado, reacción de defensa sobre el lado inclinado. Esta reacción es normal a los 15 a 18 meses y continúa a lo largo de la vida
Brincos 1	• Paciente de pie, sostenerlo de los brazos	Mover al paciente hacia el lado derecho o izquierdo	La cabeza y el tórax no se enderezan, el paciente no da pequeños brincos a fin de mantener el equilibrio	Enderezamiento de la cabeza y tórax, pequeños brincos laterales a fin de mantener el equilibrio. Esta reacción es normal de los 15 a 18 y continua a lo largo de la vida
Brincos 2	• Paciente de pie, sostenerlo de los brazos	Mover al paciente hacia adelante	La cabeza y el tórax no se enderezan, el paciente no da pequeños brincos a fin de mantener el equilibrio	Enderezamiento de la cabeza y tórax, pequeños brinca hacia adelante a fin de mantener el equilibrio. Esta reacción es normal de los 15 a 18 meses y continúa a lo largo de la vida
Brincos 3	• Paciente de pie, sostenerlo de los brazos	Mover al paciente hacia atrás	La cabeza y tórax no se enderezan, el paciente no da pequeños brincos a fin de mantener el equilibrio	Enderezamiento de la cabeza y tórax, brinca hacia atrás a fin de mantener el equilibrio. Esta reacción es normal continua a lo largo de la vida
Dorsiflexión	• Paciente de pie, sostenerlo de los brazos	Inclinar al paciente hacia atrás	La cabeza y tórax no se enderezan, no hay dorsiflexión en pies	Enderezamiento de la cabeza y tórax, hay dorsiflexión de pies. Esta reacciones normal de los 15 a los 18 meses y continúa a lo largo de la vida
Coordinación (reflejo de sube y baja)	• Paciente de pie agrrando una mano y un pie, flexionando la rodilla y la cadera del mismo lado	Tirar del brazo hacia adelante y un poco hacia un lado	La cabeza y el tórax no se enderezan	Enderezamiento de la cabeza y tórax, abducción y extensión completa de la rodilla para mantener el equilibrio. Esta reacción es normal a los 15 meses y continua a lo largo dela vida

BIBLIOGRAFÍA

Calderón Montero FJ: *Fisiología Humana aplicada a la actividad física.* México: Editorial Médica Panamericana, 2012.

López Chicharro J: Fisiología del Ejercicio, Madrid: Panamericana S. A., 2001.

Fiorentino, Mary H: *Métodos de examen de reflejos para evaluar el desarrollo del sistema nervioso central*, 5ª ed. México: Prensa Médica Mexicana, 2008.

González N: La Historia Clínica y la Semiología de la Propedéutica Médica. Trabajo de ascenso para optar a la categoría de titular. Universidad del Zulia, Facultad de Medicina Departamento de Medicina Interna, República Bolivariana de Venezuela, 2007.

CAPÍTULO 3

Historia clínica en rehabilitación

Como todas las disciplinas relacionadas con el diagnóstico, el pronóstico y tratamiento de los padecimientos que se involucran con la salud, deben ser manejadas por un equipo multidisciplinario, tomando en cuenta que este conjunto de profesionales involucrados en el mejor y más acertado procedimiento terapéutico, causará de manera directa beneficio y buena evolución del paciente, e indirectamente en el costo-beneficio institucional y personal, así como en las horas laborales perdidas.

En muchas ocasiones, el gran desconocimiento del papel que ofrece la rehabilitación para que evolucionen a favor las secuelas de un padecimiento, hace que la recuperación sea lenta o se establezca una secuela permanente y, en ocasiones, irreversible.

PLANOS ANATÓMICOS

La llamada posición anatómica es la que se utiliza para describir al cuerpo humano: éste debe encontrarse en posición erecta, los pies dirigidos al frente y planos sobre el piso, la vista dirigida hacia adelante, los brazos a los lados del tronco, con las palmas de las manos hacia adelante. Los planos anatómicos son cortes imaginarios que se le practican al cuerpo o a una parte de él; éstos son perpendiculares entre sí y permiten describir la localización de los distintos componentes corporales.

Los planos anatómicos se describen en función de tres ejes considerando, al eje como una línea recta en la cual gira un objeto. El cuerpo humano se divide en tres ejes llamados planos dimensionales:

1. El **plano coronal o frontal:** está compuesto por un eje que divíde la parte posterior o también llamada dorsal de la anterior o ventral.
2. El **plano sagital:** formado por el eje cráneo caudal o eje vertical, separando al cuerpo en dos mitades, una izquierda y otra derecha.

3. El **plano axial:** formado por un eje transversal que divide al cuerpo humano en una parte superior y otra inferior.

PASOS DE LA HISTORIA Y EXPLORACIÓN CLÍNICA

Es muy importante hacer una historia clínica completa y concisa, dirigida al padecimiento que aqueja al paciente, a los posibles síntomas; así como, a los sistemas involucrados que puedan participar de dicha sintomatología, orientada hacia el diagnóstico y después a prescribir un plan terapéutico o a seguir.

HISTORIA CLÍNICA

Se pregunta al paciente: nombre, edad, sexo, lugar de nacimiento, lugar de residencia, ocupación, domicilio y teléfono. Se le pide que relate su padecimiento, de ser posible en forma cronológica conforme aparecían síntomas, posible causa que produjo la enfermedad o lesión, su inicio tiempo y evolución, ciclos de agudización y causas que se relacionan con ésta.

Interrogatorio

Se le pregunta acerca de la localización principal del síntoma (cuadro 3-1).

Cuadro 3–1. Localización de síntomas	
Irradiación	Frecuencia
Intensidad	Causas especiales de aparición
Carácter	Causas que agravan o atenúan la molestia
Duración	Fenómenos relacionados (cambios de sensibilidad de temperatura, entre otros)

Antecedentes personales patológicos

Se cuestiona si el paciente ha padecido enfermedades previas, tratamientos quirúrgicos, alergias, transfusiones, hipertensión arterial, diabetes mellitus, antecedentes gastrointestinales.

Antecedentes familiares

Padecimientos de padres, hermanos o familiares en primera línea que guardan alguna relación con el padecimiento, por ejemplo, en cuadros metabólicos o genéticos.

Antecedentes personales no patológicos

Fármacos empleados y tratamientos previos aplicados, además se le pregunta si realiza alguna actividad física y, en su caso, hábitos como tabaquismo y alcoholismo.

Luego de realizar la historia clínica, que debe ser de forma cordial, en una área cómoda, con luz natural, se invita al paciente a ser explorado, siempre cuidando el pudor y explicando los pasos de la exploración.

Se debe considerar que dentro de la exploración es importante identificar los territorios de inervación, (dermatomas) que reportar información esencial sobre el origen de localización de una probable lesión, así como un dolor que puede ser irradiado.

Exploración física

Deberá hacerse lo más completa posible y, por supuesto, con mayor énfasis en el padecimiento o síntoma por el cual el paciente acude a consulta.

1. Aspecto general (pálido, cianótico, triste, aspecto de su ropa, entre otros).
2. Tipo de marcha: claudicante, asistida por bastón o muleta, entre otros.
3. Arcos de movilidad de las cuatro extremidades y tronco, simetría.
4. Reflejos, tono, fuerza, sensibilidad, nervios craneales, estabilidad, coordinación.
5. Temperatura, pulso, aspecto de piel y faneras.
6. Tensión arterial, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria.
7. Peso.
8. Auscultación, palpación.
9. Medición comparativa de ambas extremidades, en longitud como en volumen.
10. Revisión o solicitud de estudios que son imprescindibles, pueden ser radio-grafías simples, tomografía computarizada (TC), resonancia magnética (IRM), pruebas de laboratorio, estudios de electrofisiología, potenciales evocados somatosensoriales, visuales, auditivos, velocidades

de conducción, entre otros.

Los datos que aporten estos estudios complementarios, en conjunto con la historia clínica y la exploración minuciosa, permitirán que el médico realice un diagnóstico certero y precoz para darse la oportunidad de diseñar e indicar un plan terapéutico muy específico, personalizado y efectivo que redundará en la mejor evolución de la enfermedad.

Es importante no escatimar en el empleo de recursos en las fases agudas y en la prontitud de aplicar los tratamientos, debido a que de ello dependerá en ocasiones, el reducir las secuelas y los gastos en tiempo y dinero de los pacientes.

Los elementos básicos indispensables para la exploración son: estuche de diagnóstico, cinta métrica, diapasón, martillo de reflejo, goniómetro Vernier (figura 3-1).

Figura 3-1. Elementos de exploración.

En la exploración manual muscular es importante considerar la calificación que se aplica para los músculos explorados, así como el tono que presentan (cuadro 3-2).

Cuadro 3–2. Clasificación del examen manual muscular			
Calificación			**Descripción de la actividad**
100%	5	Normal	Movimientos realizados contra la fuerza de gravedad y resistencia, igual al lado sano. Hace simetría
75%	4	Bueno	Movimientos realizados contra la fuerza de gravedad y menor resistencia al lado sano. Hace simetría
50%	3	Regular	Movimientos realizados contra la fuerza de gravedad sin vencer resistencia
25%	2	Pobre	El músculo mueve la articulación en todo su rango de amplitud, eliminan la fuerza de gravedad
10%	1	Residual	Se puede ver o palpar la contracción muscular, que es insuficiente para producir un movimiento
0%	0	Abolida	Falta total de acción muscular, no hay contracción muscular visible o palpable

Medición funcional musculoesquelética

Este método exploratorio se realiza mediante la goniometría, que es la medida de la movilidad articular. Se realiza con el empleo de un goniómetro, el cual consta de dos brazos con un indicador en uno de ellos y una escala transportadora en el otro. Los brazos están articulados entre ellos, cada uno mide alrededor de 15 cm. Se encuentran un sinnúmero de tipos y materiales. Los más comunes son los de plástico flexible por su mejor manejo y transportación (figura 3-2).

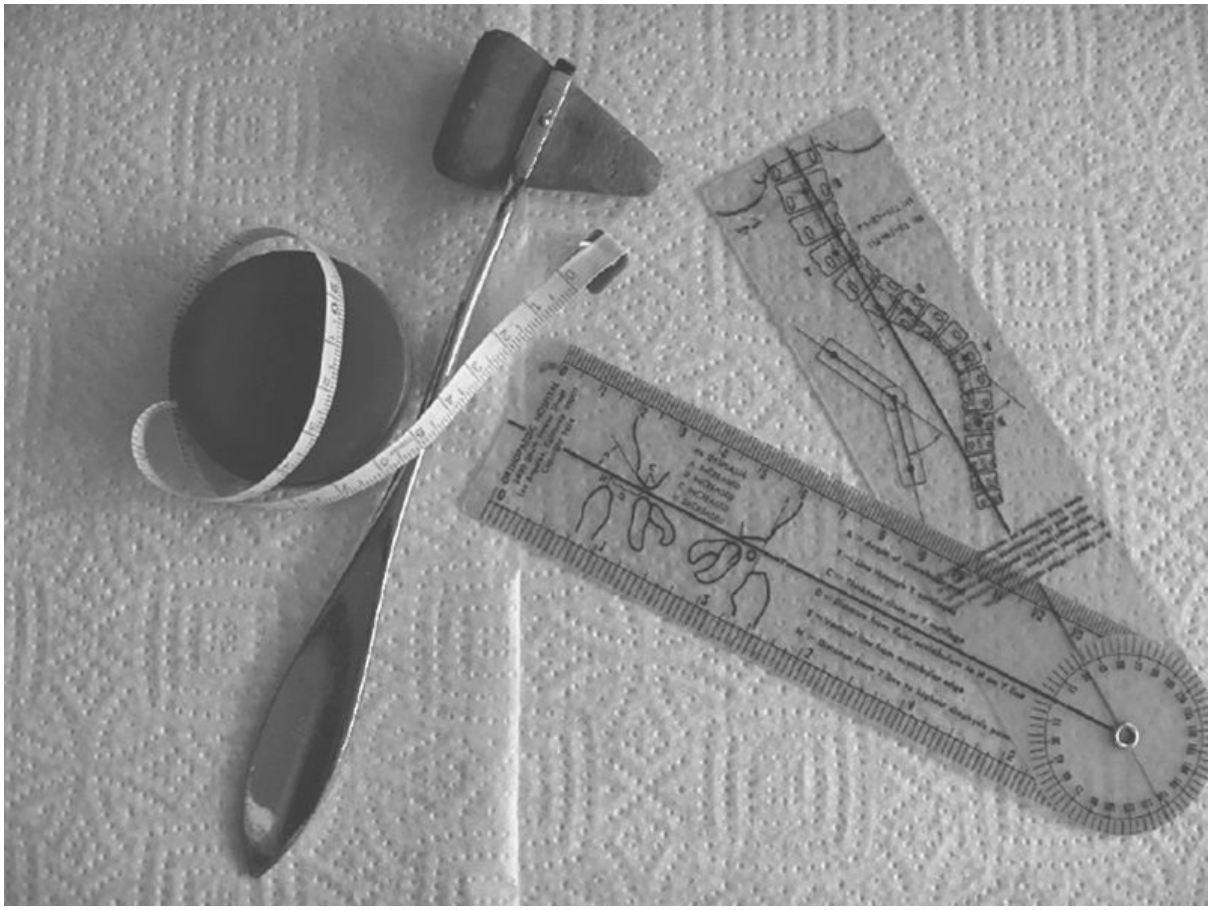


Figura 3-2. Goniómetro martillo reflejos y cinta métrica.

El sistema de medidas se realiza localizando el eje de rotación de la articulación que se va a explorar y el eje formado por ambos brazos, corresponde al formado por ambos miembros de la articulación.

La posición de 0º del círculo superpuesto a la articulación se asigna de forma arbitraria, cuando el paciente está situado de forma anatómica. El 0º indica el punto ubicado directamente sobre la parte cefálica del paciente, mientras que los 180º se encuentran en la zona distal (pies), cuando el miembro proximal de una articulación se mueve de la posición anatómica, 0º se mueve del mismo modo. En un sistema circular total se pueden considerar casi todos los movimientos articulares como rotaciones procedentes de, o dirigidos hacia 0º, situados sobre la zona cefálica en los planos frontal o sagital, por tanto, en el plano sagital, el movimiento es el que rota al miembro distal hacia la posición 0º del círculo y la extensión es la que rota fuera de esta posición.

En el plano frontal, la abducción es el movimiento hacia la posición 0º, y la aducción es el movimiento que se aleja de esa posición.

Asinometría: es la medida de la movilidad es esencial para evaluar la función de un paciente con incapacidad muscular, neurológica o

esquelética.

A la fecha se encuentran equipos de medición más precisos que el goniómetro convencional aunque sigue siendo el más empleado, a pesar de los cambios tecnológicos y de la incorporación de goniómetros digitales.

Valoración antropométrica

La antropometría sirve para evaluar el tamaño, las proporciones y la composición del cuerpo humano. Refleja el estado nutricional y de salud y permite predecir el rendimiento, la salud y la supervivencia. Para realizar este estudio se necesita contar con la siguiente información:

1. Talla.
2. Peso.
3. Índice de masa corporal = IMC =peso (kg) / altura^2 (m).
4. Musculatura.
5. Considerar las variables entre sexos, constitución y edad.

Los deportistas de fuerza o las personas que se dedican al culturismo presentan una importante masa muscular y por tanto un peso elevado, ya que el músculo pesa más que la grasa.

Para la medición de grasa corporal es necesario:

1. La impedancia bioeléctrica es la más común y se emplea un sistema que cuenta con dos electrodos donde a través de uno de ellos se hace pasar una corriente eléctrica que recorre los fluidos y tejidos del cuerpo, se produce una caída en el voltaje por la resistencia del cuerpo, cuanto mayor volumen más resistencia.
2. El plicometro, adipómetro o caliper es un instrumento que se emplea para medir la grasa corporal, por medio de la medición de los pliegues cutáneos para el cálculo de la grasa corporal.

Se cuentan con técnicas más complicadas y sofisticadas cuando se quiere realizar estudios de investigación como tomografía axial computarizada (TAC), rayos X de energía dual (DEXA), resonancia magnética, entre otras.

Biotipos

Se llama **biotipos** a los tipos de cuerpo que existen de acuerdo a su capacidad para acumular grasa y sintetizar músculo. Un biotipo se clasifica en:

Ectomórfico: acumulan poca grasa, músculos y extremidades largas y delgadas (delgados).
Mesomórfico: cuerpo atlético, torso fuerte, bajos niveles de grasa, hombros anchos con cintura delgada, identificados como musculosos o atléticos.
Endomórfico: mayor almacenamiento de grasa, aspecto redondeado, cintura gruesa, estructura ósea de grandes proporciones, denominados obesos; miembros cortos y, en general, flácidos.

Los campos de la biotecnología actual permiten realizar pruebas y estudios del cuerpo más complejos y sofisticados como:

- Analizador de postura y de marcha.
- Registrador inalámbrico de bioseñales para deportistas en ejercicio.
- Analizador de postura.
- Medidor de actividad.
- En los casos de escoliosis, el empleo de escoliómetros.

Hay algunos dispositivos de telefonía móvil que cuentan con un acelerómetro microelectromecánico integrado que permiten una medición más precisa.

Dinamómetro

Inventado por Isaac Newton (1643-1727) a partir de la ley de Hook, para la medición de la fuerza durante la exploración y evaluación del rendimiento, mejoría o recuperación de la fuerza.

Valoración de la sensibilidad

Tomando como guía los dermatomas se puede realizar una exploración rápida de la sensibilidad normal o presencia de alteraciones. Existen pruebas que valoran la sensibilidad superficial y la profunda:

- Táctil que informa del contacto fino.

- Térmica que informa del calor y del frío.
- Dolorosa que capta estímulos nociceptivos.
- Posición de las articulaciones o cinestesia.
- Vibratoria o palestesica, (se emplea diapasón de 128 Hz para medir de forma cualitativa la sensibilidad vibratoria).

Las pruebas de discriminación sensitiva son:

- Estereognosia: capacidad de identificar objetos a través del tacto.
- Grafestesia: capacidad de identificar objetos dibujados en la piel.
- Discriminación táctil entre dos puntos.
- Localización táctil: con ojos cerrados se toca la piel con un alfiler o un algodón en ambos lados (derecho e izquierdo) siendo capaz de identificar la zona del estímulo.
- Extinción: se estimulan ambos lados y solo es capaz de percibir uno de los lados.
- Exploración, discriminación entre dos puntos.
- Exploración con monofilamento.

Rango de movimiento

Para valorar el rango de movimiento, la base es en un punto fijo y la medición se realiza de acuerdo a cada paciente. Lo normal es tocar la barbilla, para la flexión, ver el techo para la extensión, una inclinación lateral de 45° para la rotación lateral y voltear la cabeza queda la barbilla casi en la línea del hombro para la rotación izquierda y derecha (cuadro 3-3).

Cuadro 3–3. Ángulo de movilidad		
Miembro superior		
Hombro		
Flexión Abducción Rotación externa Extensión Aducción Rotación interna	0° 0° 0º 0° 0° 0°	180° 180° 90º 50° 180° 90°
Codo		
Flexión Extensión	0° 0°	145 a 160° 145 a 160°

Antebrazo		
Pronación	0°	90°
Supinación	0°	90°
Muñeca		
Flexión	0°	90°
Extensión	0°	70°
Desviación radial	0°	25°
Desviación cubital	0°	35 a 40°
Dedos		
Flexión metacarpofalángica	0°	90°
Extensión metacarpofalángica	0°	20 a 30°
Flexión interfalángica proximal	0°	120°
Extensión interfalángica proximal	0°	120°
Flexión interfalángica distal	0°	180°
Extensión interfalángica distal	0°	120°
Abducción	0°	20° a 25°
Aducción	20° a 25°	0°
Miembro inferior		
Cadera		
Con rodilla flexionada	0°	115 a 125°
Con rodilla extendida	0°	90°
Extensión	0°	15 a 20°
Abducción	0°	45°
Aducción	45°	0°
Rotación externa	0°	45°
Rotación interna	0°	45°
Rodilla		
Flexión	0°	135º
Extensión	135º	0°
Tobillo		
Flexión plantar	0°	40 a 45°
Flexión dorsal	0°	20°
Inversión	0°	35°
Eversión	0°	15 a 25°
Dedos		
Flexión metacarpofalángicas	0°	25 a 35°
Extensión	0°	80°
Flexión interfalángica	0°	50 a 90°
Extensión interfalángica	0°	
Abducción	0°	15 a 20°
Aducción	20° a 15°	0°
Columna dorsolumbar		
Raquis lumbar	Flexión 60°	Extensión 35°
Raquis dorsolumbar	Flexión 105°	Extensión 60°
Flexión total del raquis	110°	
Extensión total del raquis	140°	
Flexión lateral del raquis lumbar	20°	
Flexión lateral del raquis dorsal	20°	
Flexión lateral total del raquis (cráneo-sacro)	75° a 85°	

Columna cervical: flexión, extensión, rotación lateral y rotación a la izquierda, como a la derecha.

En las hojas de registro se anotan las limitaciones encontradas en los arcos de movilidad articular, así como las contracturas existentes en la zona de observación, se hace referencia siempre si hay dolor, inflamación, cambio de temperatura y sobre el aspecto general de la zona explorada.

Una vez completada la evaluación, se procede a la instauración de tratamiento de las afecciones y limitaciones detectadas.

Para el control y seguimiento del paciente se puede diseñar una hoja personalizada que reporte las fechas de asistencia a tratamiento, los elementos terapéuticos indicados que se aplican y un formato para anotar la evolución, además de los comentarios que indiquen el desarrollo del paciente. Incluso se puede contar con un apartado el cual mencione si se presenta algún accidente o complicación.

Postura

La postura es la actividad adoptada por el cuerpo durante la inactividad muscular o por medio de la acción coordinada de muchos músculos, que actúan para mantener la estabilidad o para asumir la base esencial que se adapta de modo constante al movimiento a realizar.

Una postura correcta es aquella que cumple con el propósito requerido, con la máxima eficacia y el mínimo esfuerzo. Debe ser consignado en la fase de exploración física.

Marcha

La marcha es uno de los más importantes datos de la exploración física. Se define como medio de locomoción bípeda con actividad alternante de los miembros inferiores, en donde el peso corporal es soportado de forma alternativa.

Fases de la marcha

Fase de apoyo: donde se produce el primer contacto con un apoyo inicial de la carga, soporte de la carga y se inicia la fase previa de oscilación.

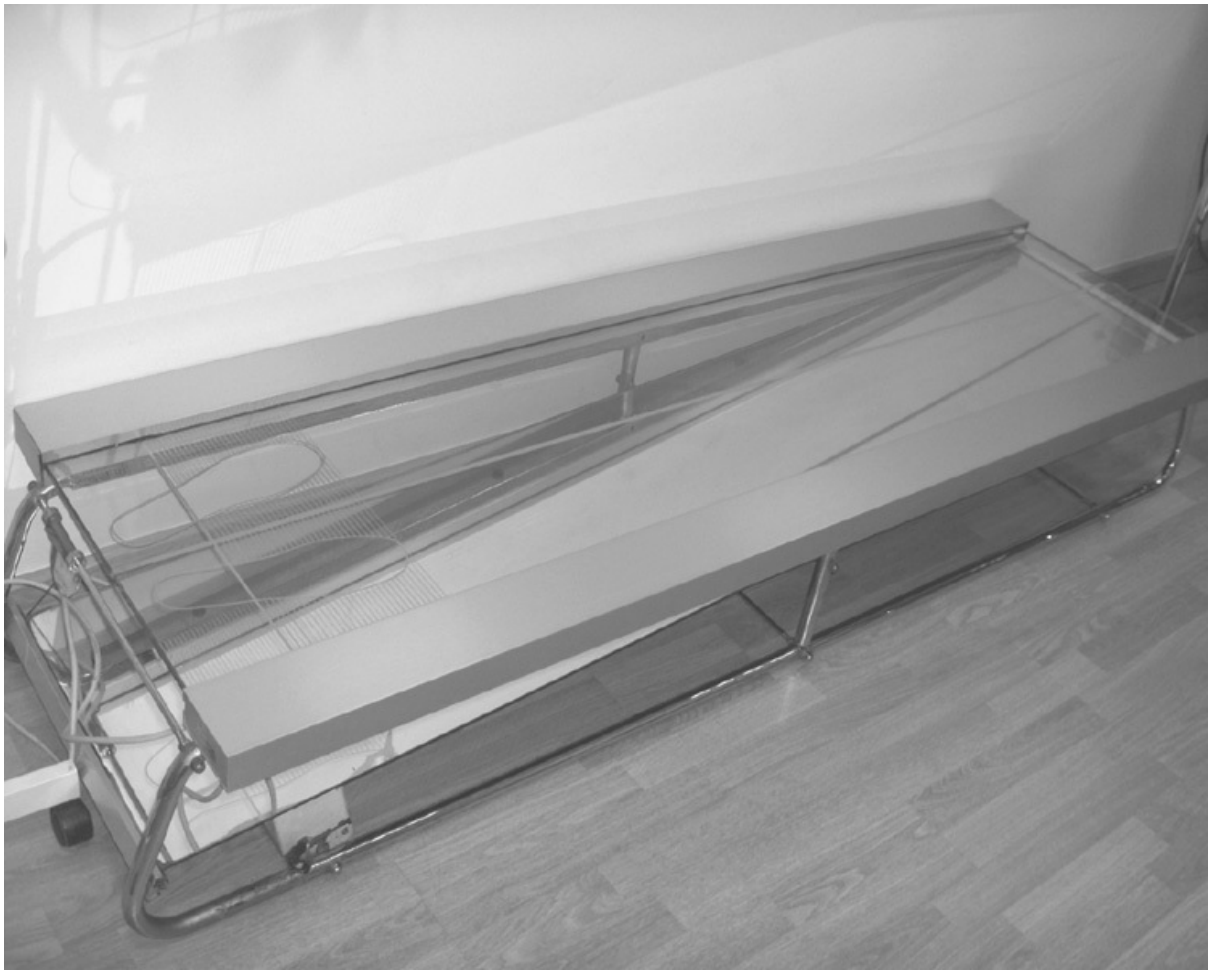


Figura 3-3. Analizador de marcha y plantografía dinámica.

Fase de oscilación: la que se inicia desde el despegue del antepié, con una fase de oscilación en el aire donde se prepara el pie para el siguiente apoyo, hasta lograr el contacto del talón en el suelo.

Tras una evaluación apropiada de las pérdidas de las funciones básicas, físicas, del cuidado personal, de las funciones sociales, vocacionales y psicológicas, el médico rehabilitador es capaz de enunciar los problemas e incapacidades del paciente. Dichos problemas incluyen el diagnóstico de la enfermedad, sus posibles causas y las anomalías de carácter secundario.

Una vez establecida la lista de problemas, el proceso de instaurar un tratamiento rehabilitador puede ser indicado y dirigido para prevenir secuelas, así como para corregir problemas primarios y secundarios, aumentar la capacidad de los sistemas afectados y residuales causados por la enfermedad, y de los indemnes, establecer métodos para promover la función mediante el empleo de un equipo adaptativo, para modificar el ambiente social y vocacional, además de poder desarrollar métodos

psicológicos para aumentar la interacción del paciente discapacitado.

Pruebas clínicas para el diagnóstico de enfermedades óseas, articulares y musculares

Columna vertebral:

- Prueba de distancia dedos-suelo, permite valorar el rango de movilidad global de la columna vertebral en flexión.
- Signo de Schober mide la flexibilidad de la columna vertebral lumbar.
- Signo de Ott mide el grado de flexibilidad de la columna vertebral dorsal.

Columna cervical:

- Pruebas de rotación, lateralización y flexo extensión.
- La prueba de O´Donoghues sirve para diferenciar el dolor muscular o ligamentario.
- La prueba de Espurling valora el dolor de una carilla articular vertebral y la irritación radicular.

Zona esternal:

- Compresión de costillas y a nivel esternal para valorar posibles lesiones óseas en esas estructuras.
- Amplitud torácica amplitud en inspiración (amplexación) y espiración profunda, situándose la diferencia entre una inspiración y espiración máxima entré los 3.5 a 6 cm.

Columna lumbar:

- Signo de Laségue valora el dolor lumbar indicativo de irritación de las raíces nerviosas de miembro inferior.
- Signo del Psoas detecta la presencia de dolor lumbar.
- Articulación sacro ilíaca.
- La prueba de Patrick diferencia trastornos de la de la articulación coxofemoral y los de la articulación sacro ilíaco.
- La prueba de Laguerre diferencia entre dolor con origen en la articulación coxofemoral y el dolor sacro ilíaco.
- La prueba de abducción con presión es indicativa de síndrome de la articulación sacro ilíaca.
- El signo de Bragard, es indicativo de compresión radicular, así como el signo de Duchenne y el de Kerning.
- Prueba de la marcha punta-talón, valora trastorno radicular en la columna vertebral lumbar.

Hombro:

- Signo de la superficie de la mano señalando la dona con la superficie de la mano, en el dolor glenohumeral y subacromial.
- En el dolor de la articulación acromioclavicular es típico el signo del dedo el paciente señala con el dedo la zona afectada.

Mano:

- Realizar pruebas para valorar prensión fina y oponencia de pulgar; de sujeción gruesa como la sujeción con la palma de la mano.
- La prueba de la funcionalidad del nervio radial se extiende la mano, mano caída, imposibilidad de abducción de pulgar.
- El sigo de Hoffmann-Tinel cuando existe lesión del mediano, al percutir con martillo de reflejos se desencadena dolor parestesia en la mano (síndrome del túnel del carpo), así como la prueba de Phalen.

Coxo femoral:

- Prueba de Ober valora la contractura de la cintilla iliotibial.
- Prueba de Anvil valora trastornos de la articulación de la cadera.
- Signo de Drehmann indicativa de enfermedad articular de la cadera en pacientes jóvenes en casos de epifisiolisis femoral superior.
- Signo de Trendelenburg-Duchenne prueba funcional de la musculatura pelvitrocantérea.
- Signo de Telescopia indica luxación congénita de cadera, así como el signo de chasquido a la abducción de la cadera.
- Signo de Fabere-Patrick es indicativo de enfermedad de Perthes.
- La prueba de Roser-Ortolani-Barlow valora la inestabilidad de la articulación coxofemoral en bebés.
- Prueba de Galiazzi-Ellis valora diferencias en la longitud de las piernas.

Rodilla:

- Prueba tracción presión de Apley, signo de Fouche o prueba de McMurray, prueba de Bragard.

Para exploración de ligamentos de la rodilla:

- Prueba de aducción–aducción o también conocida como valgo-varo.
- Prueba de Lachmann, prueba de cajón anterior y posterior con flexión de la rodilla a 90º.

Pie:

- La prueba de Grifka valora los síntomas del pie plano, cuando la presión se realiza sobre la cabeza de los metatarsianos condiciona dolor, mientras que la presión plantar es indolora.
- Signo de Strunsky prueba de provocación de la metatarsalgia.

Lesión del tendón de Aquiles:

- Prueba de presión de Thompson se realiza compresión sobre la pantorrilla, se debe provocar una flexión plantar rápida, si no se observa indica rotura de tendón de Aquiles.
- La prueba de clic de Mulder es un signo indicativo de neuralgia interdigital; neuralgia de Morton.
- La prueba de presión sobre el talón valora la fractura de calcáneo por sobrecarga.
- El signo de Tinel, se percute el nervio tibial por detrás del maléolo interno, si es positivo indica síndrome del túnel tarsiano.

BIBLIOGRAFÍA

Arribas JM: *Cirugía menor y procedimientos en medicina de familia*. Madrid: Jarpio Editores, 2000.

Buckup K, Kliniken Dortmund S: *Pruebas clínicas para patología ósea articular y muscular*, 2ª ed. Barcelona: Masson, 2002.

Nieto E, Garel J, Castaño A, Maestro J: Guía de infiltraciones articulares. Fisterra, 2004.

Pareja JA, Plasencia MA: Guía de Actuación en cirugía ortopédica y traumatología para el especialista de atención primaria. Agencia Lain Entralgo. Madrid; 2007.

CAPÍTULO 4

Fisiología del ejercicio

INTRODUCCIÓN

Se pueden considerar muchas definiciones para definir ejercicio, por ejemplo, en la antigüedad los griegos emplearon el término *physis* para referirse a la naturaleza y *physiologi* al estudio, estudio de la naturaleza.

El origen etimológico del término de ejercicio proviene del latín *exercitium*, el cual empelaron los romanos para referirse a los movimientos corporales repetitivos. El diccionario de la Real Academia Española define al ejercicio como: “Cualquier movimiento corporal repetido y destinado a conservar la salud o a recuperarla”. A la fisiología del ejercicio también se le conoce como fisiología del esfuerzo o del movimiento humano. El esfuerzo se define en el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española como: “El empleo energético de la fuerza física contra algún impulso o resistencia” o “como empleo enérgico del vigor o actividad del ánimo para conseguir o lograr una cosa venciendo dificultades”.

Claudia Galeno definió la fisiología “como el estudio de la naturaleza del hombre”, es decir; “ciencia que estudia la naturaleza de los organismos vivos del funcionamiento de los diversos aparatos y sistemas de los seres vivos, su regulación e interacción”.

La aparición de la fisiología del ejercicio se creó debido a la necesidad impulsada por los militares, de mejorar el conocimiento de los factores que pueden determinar y aumentar el rendimiento físico de los soldados en actos de campañas bélicas.

Otra de las causas del estudio de la fisiología del ejercicio fue el fenómeno de élite deportivo, donde se permitía incrementar el rendimiento de los atletas en las gestas deportivas, y otro gran impulsor ha sido el avance científico en el terreno científico de la fisiología.

La evolución de los conocimientos de la fisiología muscular, respiratoria y cardiovascular, durante los siglos IX y XX, sentó las bases para el

desarrollo fisiológico como el conocimiento del proceso de la ventilación pulmonar, la demostración de la similitud entre la combustión y la respiración, conocimiento de que el metabolismo oxidativo tiene lugar en las células y muestra que la circulación de la sangre asegura el transporte de oxígeno y anhídrido carbónico entre los tejidos, comprobando que la sangre es capaz de fijar cantidades considerables de oxígeno, y dióxido de carbono. Se expuso que el consumo del oxígeno aumenta con el ejercicio, se descubrió la hemoglobina y la capacidad de oxigenarse y del intercambio gaseoso.

La fisiología del ejercicio es toda una rama de la medicina especializada en los mecanismos de funcionamiento del cuerpo humano para lograr potenciar un mayor rendimiento de la actividad.

Adaptación fisiológica del ejercicio físico

El ejercicio físico produce diversos cambios en la composición y distribución de los constituyentes sanguíneos, dirigidos a aumentar el aporte de O_2, tanto al musculoesquelético como al cardiaco, con el fin de sostener el aumento del metabolismo y facilitar la remoción de los productos metabólicos de desecho. Por tanto, el proceso de obtención, transporte y utilización de la energía por el músculo en trabajo, constituye la base de la respuesta fisiológica al ejercicio.

Desde el punto de vista atlético, uno de los principales objetivos del entrenamiento es aumentar la capacidad de consumo de oxígeno, el cual en el equino en ejercicio, puede aumentar hasta 35 veces su valor de reposo, el entrenamiento, además de incrementar la capacidad del sistema respiratorio y cardiovascular produce un aumento de la masa muscular favoreciendo el rendimiento físico.

La capacidad de mantener un ejercicio prolongado depende de una elevada potencia aeróbica máxima (VO_2 máx.), pero el límite superior al cual se puede sostener un ejercicio continuo está influenciado por el denominado umbral anaeróbico y por la alta utilización fraccional del VO_2 máx.

La **fatiga** se define como la disminución en el rendimiento, debido a la necesidad de seguir realizando esfuerzos, la cantidad de glucógeno almacenado en los músculos parece tener una importante función protectora contra la fatiga. Las condiciones ambientales también podrían limitar la intensidad de ejercicio que puede mantenerse durante una

actividad deportiva o acelerar la aparición de la fatiga.

El rendimiento estará influenciado tanto por la elevación de la temperatura corporal como por la deshidratación, y la generación de sudor será inefectiva para perder calor cuando la humedad relativa sea de 100%. Se debe considerar la probabilidad de que las principales consecuencias al realizar actividad física en climas fríos están asociadas con lesiones, provocando que el rendimiento muscular se deteriore a medida que disminuye la temperatura muscular.

Si fuera posible medir de manera directa tanto el gasto energético durante la competencia, como la potencia aeróbica máxima, se podría precisar la carga metabólica relativa durante la actividad desempeñada. Para la programación de la actividad, ya sea por salud, educaciones de rendimiento o de tipo recreativo es importante considerar un grupo de variables que pueden modificar la respuesta y al entrenamiento como son intensidad, frecuencia y duración. Además, es recomendable recordar que el **metabolismo** es aquella suma de una serie de procesos químicos que se ven interrelacionados, tanto en la liberación como en el empleo y utilización de la energía que se encuentra intracelular.

Formas de obtención de energía celular

Anaeróbico aláctico/fosfagenos

Es la formación de energía a partir de la fosfocreatina, sin formación de ácido láctico como producto final, realizado en el citosol de la célula muscular, la forma más rápida de formar energía (de mayor potencia), pero la de menor duración (menor capacidad). No depende del oxígeno.

Anaeróbico láctico/glucolisis rápida

Es la formación de energía desde el glucógeno/glucosa con formación de ácido láctico como producto final, realizado en el citosol de la célula muscular, es una forma rápida de producir energía, pero debido a la acumulación de ácido láctico/H+ se produce la acidez y la fatiga muscular (potencia y capacidad media).

Aeróbico/oxidativo

Es la formación de energía desde el glucógeno/glucosa (glucolisis aeróbica o lenta), grasas (y en última instancia proteínas) con formación de H_2O y CO_2 como producto final, realizado en la mitocondria de la célula

muscular, es una forma menos rápida de formar energía, pero la de mayor capacidad. Se realiza con la intervención del oxígeno.

Es posible que la respiración celular pueda captar energía adicional de la glucosa y es a través de la respiración en las células eucariotas llevadas a cabo por las mitocondrias, donde el piruvato se descompone en la matriz mitocondrial libreando más energía.

Las mitocondrias son organelos citoplasmáticos delimitados por dos membranas, una externa y lisa, y otra interna, que presentan pliegues, capaces de aumentar la superficie en su interior. La función de la mitocondria es producir la mayor cantidad de energía útil para el trabajo que debe realizar la célula.

Estructura de la mitocondria

Cada mitocondria tiene un volumen cercano a 0.8 micrones cúbicos y una forma ovalada. Una mitocondria posee dos membranas (interna y externa) formadas cada una por una capa bilipídica, en la que inserta una colección de proteínas. Ellas en conjunto no sólo constituyen la superficie externa, sino que se invaginan al interior, formando las llamadas **crestas mitocondriales**, las cuales aumentan enormemente su superficie de acción. Entre estas crestas está la **matriz mitocondrial**, donde ocurren los principales procesos en la producción de energía.

Cada una de estas dos partes de las mitocondrias (cresta y matriz) tienen su función específica. La matriz contiene una mezcla de diferentes enzimas que actúan en el ciclo de Krebs, oxidando el Acetilcoenzima A (Acetil Co A), proviente de la degradación de los carbohidratos, lípidos y proteínas. Es allí donde se oxida este Acetil Co A, produciendo finalmente CO_2, agua y ATP.

También en la matriz está el DNA propio de la mitocondria y todo el aparataje necesario para la síntesis de sus propias proteínas; ribosomas, RNA de transferencia y las enzimas requeridas para la síntesis de sus proteínas.

El **Ciclo de Krebs** (conocido también como ciclo de los ácidos tricarboxílicos o ciclo del ácido cítrico) es un ciclo metabólico de importancia fundamental en todas las células que utilizan oxígeno durante el proceso de respiración celular. En estos organismos aeróbicos, el ciclo de Krebs es el anillo de conjunción de las rutas metabólicas responsables de la degradación y desasimilación de las grasas, las proteínas y los carbohidratos en anhídrido carbónico y también el agua, con la formación

de energía química. El metabolismo es toda actividad que se desarrolla dentro de los seres vivos, implicando la transformación de sustancias en energía. La energía química (enlaces entre carbono, oxígeno e hidrógeno), es convertida en energía mecánica (circulación, respiración, digestión y excreción), en tanto que la energía restante se convierte en calor, energía que es utilizada además en la regulación de la temperatura corporal en los animales **homeotermos**, cuya temperatura se mantiene alrededor de 37 ºC.

Proceso metabólico

Se define como el conjunto de intercambios y transferencia de materia a energía que provee al organismo de la energía necesaria para llevar a cabo sus funciones vitales, como conservación del calor de la temperatura, contracciones musculares, transmisión de impulsos nerviosos, entre otras.

Los grupos más utilizados de moléculas para la obtención de energía son las grasa, los hidratos de carbono y las proteínas, siendo estos procesos lentos, por lo que se cuenta con la síntesis de una molécula que almacena energía y libera con facilidad; a esta molécula se le conoce como ATP, pertenece al grupo de los nucleótidos, está compuesta por Adenina (una base nitrogenada), tres radicales de fosfato de lata energía y una pentosa (ribosa) es así como se forma el ATP (adenosintrifosfato o trifosfato de adenosina).

Tipos transformadores de sustancias:

1. Por descomposición = catabolismo.
2. Por síntesis = anabolismo.

Proceso metabólico:

1. Producción de energía = metabolismo energético.
2. Síntesis de biomoléculas = metabolismo plástico.

Partiendo de los carbohidratos, lípidos y proteínas suceden distintas etapas hasta llegar al punto común en la formación de acetilcoenzimo A (Acetil CoA). De ahí en adelante se inicia la degradación de este producto, el cual forma el ciclo de Krebs. Requiere de mucho oxígeno, y en la medida que procede, se va liberando energía acumulada en la molécula de ATP. Al mismo tiempo, como productos de desechos, se forma CO_2 y H_2O. De la degradación de los aminoácidos de las proteínas se produce NH_3, que se

elimina por vía renal.

Las crestas mitocondriales tienen una membrana interna, una membrana externa y entre ellas un espacio llamado intermembrana. La membrana interna, mira hacia la matriz, tiene tres tipos de enzimas:

- Aquellas que realizan las reacciones de oxidación de la cadena respiratoria.
- Un complejo enzimático llamado ATP sintetasa, necesario para la producción de ATP en la matriz.
- Enzimas específicas de transporte, que regulan el pasaje de metabolitos dentro y fuera de la matriz. En el espacio intermembrana se acumulan hidrogeniones (H+), los cuales al pasar hacia la matriz mitocondrial activan el complejo enzimático ATP sintetasa, que está en la membrana interna y debe actuar en la síntesis de ATP en la matriz.

La función más importante es extraer la energía que contienen los alimentos y ponerla a disposición de las distintas funciones de la célula, y en definitiva de todos los animales multicelulares; por ejemplo, 1 mL de mitocondrias, al desarrollar una potencia de 1 watt:

- Consume 4.32 litros de oxígeno.
- Produce 20 kcal de calor.
- Sintetiza alrededor de 1.25 kg de ATP.
- Cataboliza alrededor de 5 g de glucosa.

Otro ejemplo; si se extrapolan estas cifras a un ser humano de 70 kg de peso y estando éste en condiciones de reposo, resulta que su consumo de oxígeno es de 250 mL de O_2 por minuto; su metabolismo de 1.728 kcal/día; la síntesis de ATP equivale a 200 moles/día, o sea de 100 kg de ATP diarios; y la potencia calculada es de 80 watt. Por consiguiente, todos los fenómenos de óxido reducción del organismo humano en reposo lo realizan 80 ml de mitocondrias, y en el ejercicio máximo 800 mL de mitocondrias (0.8 kg, transporte y utilización de ATP), en relación con el aporte de nutrientes, el consumo de oxígeno, la liberación del anhídrido carbónico y del agua metabólica. Todas las cantidades están expresadas por día. Los 200 moles de ATP sintetizados por día son utilizados en la biosíntesis, la actividad muscular, y en los procesos de transporte. Las reservas de ATP sólo corresponden a 0.16 moles y alcanzan apenas para

un período de anoxia de un minuto. Las necesidades energéticas de una persona pueden dividirse a grandes rasgos en el **metabolismo basal** y el **gasto energético por actividad**. Juntos constituyen el **gasto energético total**.

El metabolismo basal es la cantidad energética que necesita el cuerpo en estado de reposo total y a una temperatura ambiente constante para mantener las funciones vitales, tales como la respiración, el metabolismo, la circulación y la temperatura corporal adecuada durante 24 horas.

El **gasto energético por actividad** describe la cantidad de energía que consume el cuerpo durante 24 horas, además del metabolismo basal, por ejemplo, mediante la actividad física y mental, la termorregulación en diferentes temperaturas ambiente, el incremento de la actividad física permite aumentar de manera considerable el gasto energético por actividad.

El **gasto energético total** se compone del metabolismo basal y el gasto energético por actividad.

En términos de kilocalorías, la oxidación de los alimentos en el organismo tiene como valor medio el siguiente rendimiento:

1 g de grasa = 9 Kcal/g
1 g de proteína = 4 Kcal/g
1 g de hidratos de carbono = 3.75 o 4 Kcal/g

La unidad internacional de energía es el julio, pero habitualmente se mide en kilocalorías (kcal):

1 kcal = 1000 calorías

Unidades de energía:

Kilocaloría (kcal) = 1 Caloría grande = 1000 calorías pequeñas.
Kilojulio (kJ) = 1000 julios (J).
Kilocaloría (kcal) = 4.184 kJ.
kJ = 0.24 kcal.
Mega Julio (MJ) = 1000 kJ = 240 kcal.
kcal = 0.004184 MJ.

Componentes del gasto energético total (GET)

Se pueden considerar cuatro tipos de componentes principales responsables del gasto energético:

1. El efecto termogénico que producen la ingesta de alimentos (ETA).
2. El gasto que se produce durante la actividad física o desempeño de las actividades cotidianas (GAF).
3. El gasto energético basal, la cantidad mínima empleada en reposo absoluto y en condiciones de temperatura neutra (GEB).

Se representa formulándolo de la siguiente manera:

$$(GET) = (ETA) + (GEF) + (GAB)$$

FISIOLOGÍA MUSCULAR

Miofibrillas

Las miofibrillas son estructuras distribuidas en haces paralelos y con un diámetro aproximado de una micra, a su vez estas miofibrillas están compuestas por miofilamentos distribuidos también de forma paralela al eje longitudinal de la fibra muscular. Los miofilamentos están formados por las proteínas contráctiles y pueden ser delgados o gruesos. Como consecuencia de la distribución de los filamentos delgados y gruesos, se pueden observar una alternancia de bandas claras y oscuras a lo largo de la miofibrilla que le proporciona una apariencia estriada y de ésta última se deriva la denominación de músculos estriados.

Sarcómero

Unidad funcional contráctil del músculo y que se repite a lo largo de la miofibrilla, es la zona comprendida entre dos líneas Z. A lo largo de la miofibrilla se alternan bandas claras con bandas oscuras, las bandas claras se denominan bandas I y las oscuras bandas A. En el centro de la banda I se encuentra una línea denominada Z. En la parte central de la banda A se observa una zona menos oscura que se denomina zona H y que a su vez está cruzada en el centro por otra línea denominada M.

La banda I y la banda A, así como la zona H vienen determinadas por la distribución y superposición de los filamentos gruesos y delgados. De tal forma que la banda I está formada sólo por filamentos delgados, mientras que la banda A lo está por la superposición de filamentos delgados y gruesos. La zona H que se encuentra en el interior de la banda A se debe a filamentos gruesos.

Sarcolema

Es la membrana celular de la fibra muscular, está formada por una membrana celular denominada membrana plasmática y una cubierta externa que contiene numerosas fibrillas delgadas de colágeno. En cada extremo la capa superficial del sarcolema se fusiona con una fibra tendinosa y éstas a su vez se agrupan en haces para formar los tendones musculares que se insertan en los huesos.

Los filamentos gruesos están constituidos por la proteína miosina. Los filamentos delgados están formados por las proteínas actina, tropomiosina y troponina. Estas proteínas son los componentes principales del sarcómero.

Proteína contráctil

Está constituida por dos cadenas polipeptídicas grandes, denominadas cadenas pesadas, que tienen una disposición de α-hélice (alfa-hélice) en toda su longitud y otras cuatro de menor tamaño, denominadas cadenas ligeras. En un extremo, las cadenas pesadas forman estructuras globulares denominadas cabezas globulares, a las que se unen las cadenas ligeras.

Miosina

La miosina, en su conjunto, se ha observado que tiene actividad ATPasa y que se une a la forma polimerizada de la actina. Al tratarla con tripsina, la miosina se separa en dos fragmentos: la meromiosina ligera (LMM), que forma filamentos pero no tiene ni la actividad ATPasa ni la de unión con la actina y la meromiosina pesada (HMM), que no forma filamentos pero mantiene las otras dos actividades.

Actina

La actina es la proteína contráctil que se encuentra en la mayoría de las células que presentan fenómenos de contracción, como en los músculos. Junto a la miosina forman el complejo llamado actomiosina, que es el responsable de la capacidad de contracción y expansión de dichas fibras.

Los filamentos delgados están formados por dos cadenas helicoidales de actina, que es el componente principal. A lo largo de esta cadena de actina, se enrolla una molécula de tropomiosina, que a su vez está formada por

dos cadenas helicoidales y que en reposo está bloqueando los lugares de unión entre la actina y la miosina.

Troponina

La troponina es una proteína globular ubicándose por pares, sobre los filamentos de la actina aproximadamente cada 40 mm, y cada troponina la constituyen tres subunidades denominadas como:

1. Troponina T que se une a la tropomiosina.
2. Troponina C la que tiene una especial afinidad al calcio.
3. Troponina I, inhibe la formación de puentes entre la actina y la miosina.

Sarcoplasma

Los espacios entre las miofibrillas están llenos de líquido intracelular denominado sarcoplasma que contiene grandes cantidades de potasio, magnesio y fosfato. También tienen mitocondrias que proporciona grandes cantidades de energía (ATP).

Retículo sarcoplasmático

En el sarcoplasma que rodea a las miofibrillas de todas las fibras musculares, se encuentra un extenso retículo sarcoplasmático, que es muy importante para controlar la contracción muscular. Los tipos de fibras musculares muy rápidas tienen retículos sarcoplásmicos extensos.

Gracias a fuerzas que se generan por la interacción de los puentes cruzados que van desde los filamentos de actina a los de miosina. Cuando un potencial de acción viaja a lo largo de la fibra, libera calcio que activa las fuerzas de atracción entre filamentos y comienza la contracción, para lo cual es necesario enlaces de energía procedentes del ATP.

Teoría de la cremallera

Cuando una cabeza de miosina se une a un sitio activo, la cabeza se inclina de manera automática hacia el brazo que está siendo atraído hacia el filamento de actina. Esta inclinación de la cabeza se llama golpe activo. Luego la cabeza se separa y recupera su dirección perpendicular normal. Cuando un músculo se contrae contra una carga realiza un trabajo. El

trabajo se define mediante la siguiente ecuación:

T= C x D Dónde: T= Trabajo generado C= Carga D= Distancia

Fosfocreatina

La energía combinada del ATP y de fosfocreatina almacenada en el músculo es capaz de producir una contracción muscular máxima durante sólo 5 a 8 seg.

Glucólisis del glucógeno

La glucólisis permite contracciones aún sin oxígeno durante muchos segundos y a veces hasta más de 1 min; sin embargo, la velocidad de formación de ATP es tan rápida que la acumulación de productos finales de la glucólisis sólo permite mantener una contracción muscular máxima después de 1 min.

Fibra muscular

Son unidades contráctiles individuales formadoras del músculo. Los músculos están hechos de muchas fibras musculares de aspecto cilíndrico. Hay dos tipos de fibras musculares básicas:

1. Fibras lentas, Tipo I o también conocidas como fibras ST, que son de contracción lenta, pero con una gran resistencia para la fatiga.
2. Fibras rápidas o Tipo II o fibras FT, tiempo de contracción rápida pero se fatigan muy rápido.

Estas fibras II tiene unos subgrupos conocidos como.

- Fibra tipo IIa: tiempo de contracción moderado rápido con tiempo de fatiga relativamente larga.
- Fibra tipo IIx: tiempo de contracción rápida, resistencia moderada a presentar fatiga.
- Fibra tipo IIb: tiempo de contracción muy rápida con presencia de fatiga rápida.

La fibra muscular se encuentra formada por:

- Una capa externa conocida como sarcolema y sobre ella el núcleo.
- Monofilamentos con la presencia de las mitocondrias, rodeados por unos

anillos llamados tubos T. Con una cubierta llamada retículo sarcoplasmático.

- En las miofibrillas se encuentran las Línea Z. El conjunto de elementos comprendidos en el espacio de la línea Z se le denomina Banda 1.
- El espacio entre una Línea Z y otra Línea Z se conoce como Banda A.
- El espacio comprendido entre una Banda 1 y otra Banda 1 se denomina sarcomero.
- Dentro de las líneas Z se encuentran filamentos gruesos y filamentos delgados formados con troponina, actina y miosima.

Mecanismo de la contracción muscular

El mecanismo de la contracción muscular se inicia al llegar el impulso nervioso procedente del nervio motor a la unión neuromuscular o placa motora, a partir de este momento el potencial de acción despolariza toda la membrana de la fibra muscular y los túbulos T. Esta despolarización provoca un aumento en la permeabilidad y la salida masiva de iones Ca++ desde el retículo endoplásmico hacia el interior de la célula, uniéndose a la troponina C. Esta unión provoca un cambio en el resto de componentes del complejo de troponina, es decir, en la troponina I y troponina T. El cambio en la troponina T provoca un desplazamiento de la tropomiosina que deja al descubierto los lugares de unión entre la actina y la miosina globular S1.

En reposo, la miosina globular S1 se encuentra separada del filamento delgado de actina y contiene una molécula de ATP disociada, es decir, ADP y Pi. Al producirse el proceso antes descrito y quedar libres las zonas de unión en la actina, se adhiere la miosina globular S1 a la actina, lo que se denomina **fase de adherencia**. A continuación, el Pi se separa del complejo formado, lo que conlleva un cambio en la estructura del fragmento S1, que provoca la tracción del filamento delgado deslizándolo sobre el grueso, a esta fase se le denomina **de tracción**. Al mismo tiempo se produce la salida del ADP, lo que permite que una nueva molécula de ATP se una a la miosina S1, provocando la separación de ambos filamentos, dando lugar a la **fase de disociación**. A continuación, la actividad ATPasa de la miosina S1 hidroliza el ATP en ADP y Pi a la espera de iniciarse de nuevo el proceso.

Al cesar el impulso nervioso, disminuye la permeabilidad al calcio en el retículo endoplásmico y se activa la bomba de calcio que transporta estos iones al interior del retículo. La bomba de calcio es un mecanismo activo, dependiente del ATP y, por tanto, en casos de ejercicio intenso donde se

agotan todos los depósitos de ATP pueden producirse episodios de contracturas y calambres musculares.

Fibras musculares tipo I

Son fibras de tamaño medio, con gran cantidad de sarcoplasma y un retículo endoplásmico poco desarrollado, de color rojizo como consecuencia de su abundante contenido en mioglobina. Poseen una importante red capilar en íntima relación con las fibras y un gran número de mitocondrias ricas en enzimas oxidativas. Todo ello, consecuencia de su metabolismo esencialmente oxidativo, que les proporciona una gran resistencia a la fatiga. Utilizan como sustrato para la obtención del ATP, los ácidos grasos y los hidratos de carbono.

En los músculos antigravitatorios predominan las fibras tipo I debido, quizás, a su resistencia a la fatiga, mientras que en el músculo braquial anterior, predominan las fibras tipo II. Por lo tanto, la inervación motora influye de forma determinante en las características de las fibras musculares, como se ha demostrado con técnicas de inervación cruzada y con electro estimulación prolongada a baja frecuencia.

La inervación de las fibras tipo I se caracteriza por un axón de pequeño calibre, con bajo nivel de excitación y una velocidad de propagación de 60 a 70 metros por segundo. Se les denomina también lentas u oxidativas en referencia a su velocidad de contracción o a su metabolismo energético predominante.

Fibras musculares tipo II

Tienen un sarcoplasma en menor cantidad que la fibras tipo I, pero con mayor cantidad de miofibrillas. El retículo endoplásmico está muy bien desarrollado y con altas concentraciones de calcio, las mitocondrias están poco desarrolladas y posee una menor proporción de capilares. Presentan concentraciones más elevadas de glucógeno y una mayor actividad ATPasa, características de su predominio metabólico anaeróbico o glucolítico.

Están inervadas por un axón de mayor calibre, con una velocidad de propagación del impulso de 80 a 90 metros por segundo, por tanto son fibras de contracción rápida, pero poco resistentes a la fatiga. Desarrollan una elevada tensión cuando se contraen, lo que les confiere una especificidad para los ejercicios de alta intensidad y corta duración.

A este tipo de fibras se le denomina también rápidas o glucolíticas, en relación a su velocidad de contracción o su metabolismo energético predominante, o bien, blancas en relación con su escaso contenido en mioglobina.

Las fibras tipo II se han subdividido en dos grupos las IIA y las IIB. Las fibras IIA tienen características intermedias entre las tipo I y las tipo IIB, es decir, tienen un diámetro algo mayor, más cantidad de mitocondrias y mioglobina, también están rodeadas de mayor número de capilares, teniendo así, un componente metabólico oxidativo más elevado.

Neurona motora o motoneurona

La motoneurona es la que emite el impulso haciendo que la fibra muscular se contraiga, conduciendo los impulsos del cerebro y la medula espinal hacia los efectores (músculos). La motoneurona y el conjunto de todas las fibras musculares a las que estimula forman una unidad motora.

Una sola motoneurona establece contacto con un promedio de 150 fibras musculares. Lo que significa que la activación de una neurona provoca la contracción simultánea de unas 150 fibras musculares. Todas las fibras musculares de una unidad motora se contraen y relajan al mismo tiempo.

La fuerza total de una contracción se establece en parte, ajustando el número de unidades motoras que están activas. Las diversas motoneuronas para un músculo determinado se activan de manera asincrónica; es decir, cuando unas se activan otras se inhiben.

Unión neuromuscular

Para que la fibra de músculo se contraiga, debe aplicársele un estímulo. Los estímulos son liberados por células nerviosas o neuronas. Una neurona que estimula el tejido muscular se denomina neurona motora, al entrar en el músculo el axón de una motoneurona se ramifica en axones terminales o **telodendrita**.

La región de la membrana de la fibra muscular adyacente a las terminales axonales tiene características especiales y recibe el nombre de placa motora terminal. El término unión neuromuscular o unión mioneural se refiere al axón terminal de una motoneurona junto con la placa motora terminal.

El extremo distal de una terminal axonal contiene muchas vesículas rodeadas de membrana llamadas vesículas sinápticas. En el interior de

cada vesícula sináptica se encuentran miles de moléculas de neurotransmisores. Aunque existen muchos neurotransmisores distintos, el único presente en las vesículas sinápticas de las motoneuronas y que se libera es la acetilcolina.

Cuando un impulso nervioso (potencial de acción) llega a la terminal, desencadena una exocitosis de las vesículas sinápticas. En este proceso, las vesículas se unen a la membrana plasmática y liberan acetilcolina, que difunde hacia la hendidura sináptica entre la motoneurona y la placa motora terminal.

Los cambios resultantes en el potencial de reposos de la membrana desencadenan un potencial de acción muscular que viaja a lo largo de la membrana de la célula muscular (sarcolema) y que inicia los acontecimientos que llevan a la contracción muscular.

Neurofisiología

La comunicación de las neuronas depende de dos propiedades básicas de sus membranas plasmáticas:

- Existe voltaje eléctrico, llamado potencial de reposo de la membrana, a través de la membrana.
- Las membranas plasmáticas contienen diversos canales iónicos (poros) que pueden estar cerrados o abiertos. Cuando se abren determinados iones del líquido intracelular (citosol) o extracelular fluyen a través de las membranas. Parte de la proteína que forma estos canales puede actuar como una puerta, abriéndose o cerrándose a demanda.
- Dependiendo del tipo de canales de que se disponga, una parte de la neurona puede producir un potencial gradual o un potencial de acción (impulso).

Potencial de reposo de la membrana

El potencial de reposo de la membrana (PRM) se produce al existir una pequeña acumulación de cargas negativas en el lado interno de la membrana y una acumulación igual de cargas positivas en el lado externo. Esta separación de cargas eléctricas positivas y negativas es una forma de energía potencial, que se mide en voltios o milivoltios.

El resultado de la baja permeabilidad de la membrana al N+ y a los aniones del interior de las células consiste en que el líquido que se

encuentra inmediatamente adyacente a la superficie interna de la membrana plasmática de las células es cada vez más negativo, a medida que va perdiendo K+.

Tanto el gradiente eléctrico como el de concentración favorecen la entrada de Na+ es mayor fuera de las células. A pesar de que la permeabilidad de la membrana al Na+ es muy baja, un escape lento acabaría por destruir el gradiente electroquímico, pues no hay un gradiente que pueda expulsarlo de nuevo.

Canales iónicos

Los canales iónicos son de dos tipos principales: los que siempre están abiertos y con puerta. Los canales con puerta se abren y cierran como respuesta a algún tipo de estímulo. La membrana plasmática de una neurona o fibra muscular tiene muchos más canales abiertos para el K+ que para el Na+. Sobre los canales iónicos con puerta actúan tres categorías de estímulos:

1. El voltaje.
2. Las sustancias químicas.
3. La presión mecánica.

El primer tipo de canal iónico con puerta se abre en respuesta a un cambio directo del potencial de membrana (voltaje) y recibe el nombre de canal iónico de puerta de voltaje (regulado por el voltaje). La existencia en la membrana plasmática del músculo y del nervio de canales iónicos con puerta de voltaje confiere a dichas células la propiedad de la excitabilidad (irritabilidad), la capacidad para poder responder a unos determinados estímulos produciendo impulsos.

Un canal iónico de puerta química se abre y se cierra en respuesta a determinados estímulos químicos. Funcionan de dos formas fundamentales. La sustancia química puede cambiar en forma directa la permeabilidad de la membrana para uno o más iones como sucede con la acetilcolina.

Potencial de acción (bomba sodio y potasio)

Durante un potencial de acción se abren y después se cierran dos tipos de canales iónicos con puerta de voltaje, primero los canales para el Na+ y a continuación los canales para el K+.

La rápida apertura de los canales de Na+ con puerta de voltaje provoca una despolarización, la pérdida y posterior inversión de la polaridad de la membrana.

La apertura más lenta de los canales de K+ con puerta de voltaje y el cierre de los canales de Na+ previamente abiertos da lugar a una repolarización o recuperación del potencial de la membrana en reposo.

Las fases de despolarización y repolarización forman un potencial de acción que dura alrededor de 1 m/seg.

Despolarización

Si el potencial graduado hace que la membrana se despolarice hasta un nivel crítico, llamado **umbral** (alrededor de -55 mV), se abren los canales de Na+ con puerta de voltaje. El Na + inunda el interior, arrastrado por los gradientes tanto eléctrico como de concentración (químico). El potencial de membrana cambia de -70 mV hacia 0 y después a +30 mV.

Durante el proceso de despolarización, el Na+ continúa difundiendo hacia el interior, hasta que el potencial de membrana de reposos se invierte; el interior se hace 30 mV más positivo que el exterior. Cada canal de Na+ con puerta de voltaje tiene dos puertas distintas, una puerta de activación y una puerta de inactivación.

En una membrana en reposos, la puerta de inactivación está abierta, pero la de activación permanece cerrada. Como consecuencia, el Na+ no puede difundir hacia la célula a través de los canales. Este es el estado de reposo del canal de Na+ con puerta de voltaje cambian bruscamente desde el estado de reposo al activado, en el que tanto las puertas de activación como del canal están abiertas y el Na+ penetra en el interior.

El continuo flujo de Na+ hacia el interior de la célula magnifica el estímulo inicial, formando parte de un sistema de retroalimentación positiva. Distintas neuronas pueden tener umbrales diferentes para la regeneración de un potencial de acción, pero el umbral de cada neurona suele ser constante. La misma despolarización que abre las puertas de activación también cierra las de inactivación.

Repolarización

La repolarización restablece el potencial de acción de reposos y permite que los canales de Na+ inactivados vuelvan a su estado de reposo.

Mientras que los canales de K+ con puerta de voltaje están abiertos, el flujo de potasio hacia fuera puede ser lo suficientemente grande para que

se produzca una hiperpolarización positiva. La hiperpolarización es una polarización con mayor negatividad que el nivel de reposo. Cuando los canales de K+ de puerta de voltaje se cierran, el potencial de membrana vuelve al nivel de reposo. La mayoría de los canales de K+ con puerta de voltaje no tienen estado de inactivación, sino que oscilan entre los estados de apertura (reposos) y cierre (activación).

Periodos refractarios

El **periodo refractario absoluto** es el tiempo durante el que no puede iniciarse un segundo potencial de acción, ni siquiera con un estímulo fuerte. Coincide con la activación e inactivación del canal de Na+. El canal de Na+ es inactivado y no puede abrirse, ya que primero ha de volver al estado de reposo.

El **periodo refractario relativo** es el tiempo durante el cual puede iniciarse un segundo potencial de acción, pero sólo si el estímulo es superior al umbral. Este periodo coincide con el intervalo por el que los canales de K+ con puerta de voltaje están aún cerrados después de que los canales de Na+ inactivados hayan vuelto a su estado de reposos.

Propagación del potencial de acción

Los impulsos nerviosos comunican información de una parte del cuerpo a otra. Para hacerlo, han de viajar desde su origen, en la zona desencadenante, hasta las terminaciones axónicas. A esto se le llama **propagación** (conducción) y depende de una retroalimentación positiva. Cuando el Na+ entra con puerta de voltaje en los lugares adyacentes de la membrana. Con ello, el impulso nervioso se autopropaga a lo largo de la membrana.

Conducción saltatoria

La conducción saltatoria es característica de las fibras mielinizadas, ésta es de gran importancia puesto que el impulso brinca grandes intervalos y se moviliza de un nodo a otro, con una velocidad de conducción mucho muy alta más que el de una fibra desmielinizada, el impulso nervioso viaja más rápido en el proceso de despolarización. Esto es importante cuando se necesitan reacciones en fracciones de segundo, es más eficaz y evita el gasto excesivo de energía, evita la despolarización de grandes áreas de la membrana plasmática de la fibra previniendo así la fuga de iones Na+

hacia el interior de la membrana y de iones K+ al exterior en cada momento en que el impulso nervioso se transmite, esto da como resultado un gasto menor de energía por medio de la bomba sodio y potasio.

Velocidad de propagación del impulso

La velocidad de un impulso nervioso es independiente de la fuerza del estímulo. Una vez que la neurona alcanza su umbral de estimulación o activación, la velocidad del impulso nervioso es determinada (en condiciones normales) por temperatura, diámetro de la fibra y la presencia o ausencia de mielina.

Transmisión de la sinapsis

Las sinapsis son esenciales para la homeostasis, pues permiten que la información pueda ser integrada y filtrada. Unas señales son transmitidas mientras que otras resultan bloqueadas.

Las sinapsis es la acción donde actúan muchas sustancias que afectan al encéfalo, ya sean medicamentos o sustancias adictivas. En una sinapsis, la neurona que envía la señal es la neurona presináptica y la que recibe el mensaje es la neurona postsináptica.

La mayor parte de las sinapsis son axodendríticas (desde el axón a la dendrita), axosomáticas (del axón al cuerpo) o axoaxónicas (de un axón a otro). Existen dos tipos de sinapsis: eléctricas y químicas, que se diferencian en sus aspectos estructurales y en los funcionales.

Sinapsis eléctrica: en una sinapsis eléctrica la corriente iónica se propaga directamente de una célula a la otra a través de las uniones de hendidura. La unión de hendidura tiene estructuras proteicas tubulares (conexiones) las cuales forman túneles que conectan el citosol de ambas células, dando una vía para flujo iónico.

Ventajas:

a) Permiten una comunicación más rápida que las químicas, por la conducción a través de uniones de hendidura.

b) Sincronizan los movimientos de neuronas o fibras.

Sinapsis química: aunque las neuronas presinápticas y las postsinápticas de una sinapsis química están muy próximas, sus membranas no se tocan, si no que están separadas por hendiduras sinápticas. Los impulsos no

pueden saltar la hendidura sináptica, por lo que ha de existir una alternativa para que la señal atraviese este espacio, lo que sucede es lo siguiente: la neurona presináptica libera un neurotransmisor que se difunde a través de la hendidura sináptica y actúa sobre los receptores de la membrana plasmática de la neurona postsináptica para producir un potencial postsináptico. La señal eléctrica presináptica (impulso nervioso) es convertida en una señal química (neurotransmisor liberado). En una sinapsis química sólo hay transferencia de la información en un sentido, desde la neurona presináptica a la postsináptica, a la fibra muscular a la célula glandular.

Control nervioso de la contracción muscular

La realización de un movimiento depende de la coordinación de todos los grupos musculares que intervienen en dicho movimiento y no sólo de la fuerza o la intensidad de la contracción en sí misma. Esta regulación se lleva a cabo por mecanismos de control a nivel central, que se encuentran interconectados entre sí y continuamente están recibiendo información desde las estructuras músculo-tendinosas, las articulaciones, los receptores del dolor o de los órganos de los sentidos. Esta información es integrada en centros superiores como la formación reticular, los ganglios basales y el cerebelo. Estos centros superiores analizan la información recibida y por medio de centros inhibidores o activadores modulan la contracción muscular.

Entre las estructuras encargadas de remitir información hacia los centros superiores, destacan los receptores especializados que se encuentran en los músculos y tendones, denominados propioceptivos y que son sensibles a los cambios de longitud o tensión. Transmiten la información a la raíz dorsal de la médula y, por medio de interneuronas, se conectan con las neuronas motrices anteriores que transmiten su estímulo a los músculos. Este proceso se denomina **arco reflejo** y provoca una respuesta rápida e inconsciente, incluso antes de que la información recibida sea procesada en los centros superiores. Un ejemplo típico del mecanismo del arco reflejo es la retirada de la mano al tocar un objeto caliente, incluso antes de percibir la sensación de calor.

Entre los receptores propioceptivos musculares hay que mencionar los husos musculares. Son sensibles a los cambios de longitud y tensión de la fibra muscular y responden mediante una contracción refleja a los estiramientos del músculo. Son estructuras fusiformes con una disposición

en paralelo, en relación con la fibra muscular. Su importancia radica en el control y regulación de los movimientos y el mantenimiento de la postura.

Los órganos tendinosos de Golgi, presentan una distribución en serie en relación a la fibra muscular y detectan los cambios de tensión. Cuando ésta es elevada, ejercen una inhibición refleja, protegiendo al músculo y a los tendones de lesiones provocadas por cargas excesivas.

Sin embargo, el responsable fundamental de la contracción muscular es el estímulo nervioso que se origina en la corteza cerebral y desciende por la médula espinal, donde excita a los motoneuronas α que son las que inervan a las fibras musculares. Cada fibra muscular recibe, por lo general, una sola terminación nerviosa, pero cada motoneurona puede inervar múltiples fibras musculares. La relación del número de fibras musculares por cada motoneurona viene determinado por la función motriz del músculo, es decir, si el músculo en particular tiene una función delicada y precisa, cada neurona inervará pocas fibras musculares, mientras que en los grandes grupos musculares cada neurona puede inervar a múltiples fibras.

Cada motoneurona α y las fibras musculares que ésta inerva, forman la denominada unidad motriz y representa la unidad funcional de control neuromuscular. Todas las fibras de esta unidad motriz, poseen características metabólicas y contráctiles similares.

La fibra muscular se rige por el principio del “todo o nada”, es decir, si se estimula la motoneurona y el estímulo es lo suficientemente importante como para provocar un potencial de acción, todas las fibras musculares de la unidad motriz se contraerán a la vez. Por tanto, para variar la fuerza de la contracción se debe aumentar el número de unidades motrices activadas o la frecuencia del estímulo, pues si le llegan estímulos repetitivos antes de estar relajada la fibra muscular, ésta aumentará su tensión.

Al realizar ejercicios de moderada intensidad y larga duración, se activarán unidades motrices de fibras de contracción lenta y resistente a la fatiga. Esta activación se realizará de forma asincrónica, es decir, mientras que unas unidades se activan, otras se recuperan. Al realizar ejercicios de alta intensidad y corta duración, se activarán unidades motrices de contracción rápida e intensa y de alta fatigabilidad. Si además, el ejercicio es de levantamiento de peso, la activación será sincrónica, es decir, todas las unidades motrices se activarán al unísono para desarrollar toda su fuerza.

Bases fisiológicas de la prescripción del ejercicio

La prescripción del ejercicio es específica e individual. Existen elementos básicos compartidos que abarcan la intensidad, el modo, la duración, la frecuencia y la progresión del ejercicio.

Es muy importante considerar la función vascular que es el sistema de trasporte de sustancias, nutrientes, hormonal y O_2, eliminando los productos de desechos como los metabolismos, Co_2, así como regulador de medio interno (el pH) y de protección a través del sistema inmune.

La sangre cuenta con dos elementos fundamentales; uno sólido que son los eritrocitos o llamados glóbulos rojos, que contienen en su interior la hemoglobina; los leucocitos o glóbulos blancos y las plaquetas o trombocitos. El otro elemento es el plasma, formado por proteínas, agua, sales minerales y glúcidos.

Existe un elemento más de igual importante; el corazón, encargado de bombear y redistribuir la sangre.

Es de suma importancia mantener el control de la frecuencia cardiaca, o número de pulsaciones máximas a las que se debe llegar, considerando siempre la edad; es decir, para un entrenamiento seguro lo hacemos a través de la siguiente fórmula:

Frecuencia cardiaca máxima = 208 – (0.7 x la edad)

Es importante no llegar a la frecuencia cardíaca máxima en los entrenamientos por riesgo de lesión.

Aptitud muscular se engloba la fuerza resistencia potencia y la fuerza máxima:

- Sobrecarga, gradual aumento de tensión durante un programa de entrenamiento.
- Especificidad, se puede decir que es la más importante, pues en ella las adaptaciones fisiológicas de la especificidad están dadas de acuerdo a la velocidad de ejecución, rango de movimiento, sistema de energía, intensidad de grupos musculares entrenado y el volumen del entrenamiento.
- La variación es la alternancia de una o más variables de un programa de entrenamiento en el tiempo, y así producir estímulos eficaces y seguros.

Variables en la prescripción de ejercicio:

- Características del paciente: sexo, edad, aptitud, experiencia en realizar ejercicio, estado de salud, su aptitud a desarrollar un programa, entre otras.
- Recuperación funcional, de la fuerza, de aptitudes o capacidades físicas, calidad de vida, salud, rendimiento físico, deportivo o un objetivo más hacia la estética y el aspecto físico.
- Valorar carga, repeticiones, desempeño, frecuencia, pausas, volumen, intensidad, entre otros.

Parámetros para determinar la intensidad de una actividad física:

- La determinación del volumen de oxígeno máximo (VO_2) parámetro fisiológico que expresa la cantidad de O_2 que consume el organismo. El empleo de esta medición es con el fin de valorar la función cardiaca y dosificar el entrenamiento.
- La velocidad aeróbica máxima (VAM) se obtiene en función de un espacio recorrido con el tiempo que se tarda en realizar. (Velocidad= espacio (en metros)/tiempo (en segundos).
- Frecuencia cardiaca máxima (FCM):
  - FCmaxT (teórica) = 208 – (0.7 x edad), también se puede calcular con una constante de 220 menos la edad y la resultante es la FCM. Por ejemplo:
- 220-63(años) = 157 sería la FCM, no se recomienda llegar a la frecuencia cardiaca máxima por riesgo de lesión.
- Valoración de los componentes de la carga de entrenamiento teniendo en cuenta el volumen (cantidad de carga), la densidad las pausas que se realizan (la relación entre esfuerzo y recuperación), la intensidad (el grado de esfuerzo),y la frecuencia (son la cantidad de estímulos por unidad de tiempo).

Adaptaciones biológicas producidas por el entrenamiento y ejercicio

Se puede definir que las adaptaciones biológicas durante el ejercicio son cambios duraderos, pero reversibles.

La adaptación no se produce de manera indefinida, el volumen global de las capacidades de adaptación tiene un límite genéricamente determinado y a este límite condicionado de forma individual, de capacidad de adaptación agotable se le conoce como reserva de adaptación. Los tipos de adaptación pueden ser:

1. **Adaptación rápida o aguda:** reacciones iniciales del organismo ante el estrés de la actividad física, como puede ser el incremento en la frecuencia cardíaca o respiratoria.
2. **Adaptación larga o crónica:** reacciones que aparecen de forma lenta aunque progresiva tras una acción de entrenamiento repetido en el tiempo, produciéndose una modificación estructural así como una mejoría de su función de los órganos involucrados en la actividad física.

Las adaptaciones del sistema aeróbico se consiguen aplicando cargas de entrenamiento que presenten un volumen entre moderado y elevado, y una intensidad entre 60 a 100% del consumo de oxígeno.

1. **Eficiencia aeróbica-aérea-subaeróbica:**
   a) Adaptaciones predominantes: oxidación de las grasas, se produce un incremento mitocondrial y activación beta-oxidación, favoreciéndose una disminución del trabajo cardíaco en reposos y ejercicio, circulación periférica, vagotonía a nivel nervios y vegetativo.
   b) Los depósitos energéticos utilizados son el glucógeno muscular, hepático ácidos grasos.
2. **Capacidad aeróbica-área superaeróbica:**
   a) Adaptaciones predominantes: aprovechamiento de glucógeno en anaerobiosis, súper compensación de glucógeno, hipertrofia del miocardio, mejor circulación coronaria y periférica, mejora y aumento del músculo esquelético.
   b) Los depósitos energéticos utilizados son el glucógeno muscular y hepático, y en menor medida los ácidos grasos.

Las adaptaciones en el sistema cardiovascular van a estar dadas por el aumento de los vasos y capilares con una mejor y mayor elasticidad de ellos, aumento del volumen y de la fuerza del miocardio condicionando una disminución de la frecuencia cardíaca, movilización de los lípidos en el torrente circulatorio, incremento de los glóbulos rojos con mayor concentración de hemoglobina y más transporte de oxígeno.

Entre los beneficios que producen a nivel del aparato respiratorio se presenta una reducción del volumen residual, mejora la eficiencia de los músculos respiratorios, existe un incremento de la capacidad de ventilación y la capacidad vital, mejorando el aprovechamiento del

oxígeno y disminuyendo la frecuencia respiratoria.

Las adaptaciones del aparato locomotor, se darán por el incremento en la masa ósea, aumento de fuerza muscular al producirse una hipertrofia, reforzamiento articular, y elevación de almacenamiento del glucógeno muscular, ATP.

BIBLIOGRAFÍA

APA: *Position Statement Clinical Management Exercise Prescription*. Sidney: APA; 1995:1-3.

Astrand PO, Rodahl K: *Fisiología del trabajo físico. Bases fisiológicas del ejercicio*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, 1986:31-100.

Bouzas J: Aplicaciones de la Frecuencia cardiaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio, Apunts Med Esport, 2010;45(168):251-258.

Chicharro JL, Fernández Vaquero A: *Fisiología del Ejercicio*, 3ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2006.

Carlson GP: Haematology and body fluids in the equine athlete: a Review. En: J.R. Gillespie and N.E. Robinson (eds): *J.R. Equine Exercise Physiology 2*. Davis, CA: ICEEP Publications, 1987:393-425.

Colado JC, Chulvi I: Criterios para la planificación y el desarrollo de programas de acondicionamiento muscular en el ámbito de la salud. En: Rodríguez PL: *Ejercicio Físico en salas de Acondicionamiento Muscular Bases científico-médicas para una práctica segura y saludable*. 1ª ed. Madrid: Panamericana; 2008:91-127.

Dirix A, Knuttgen HG, Tittel K: *The olympic book of Sports Medicine*. Oxford: Blackwell scientific publications, 1988:15-40.

Evans DL, Harris RC, Snow DH: Correlation of racing performance with blood lactate and heart rate after exercise in Thoroughbred horses, Equine Vet. J., 1993;25:441-445.

Kisner C, Colby LA: Ejercicio Terapéutico: conceptos fundacionales. En: Kisner C, Colby LA: *Ejercicio Terapéutico Fundamentos y técnicas*, 5ª ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2010:1-10.

Lamb DR: *Fisiología del ejercicio. Respuestas y adaptaciones*. Madrid: Augusto E. Pila Teleña, 1985:29-38.

Leger L, Lambert J, Goulet A *et al*.: Aerobic capacity of 6 to 17 years-

old Quebecois-20 meter shuttle run test with 1 minute stages. Can J Sport Sci, 1984;9(2):64-69.

Lindemann JP: Alteraciones de las proteínas contráctiles en la insuficiencia cardíaca. Hospital Practice, 1992;6:5-14.

López J, Fernández A: *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 1995:95-99.

Lozano JA, Galindo JD, García-Borrón JC *et al.*: *Bioquímica para ciencias de la salud*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, 1995:461-470.

Mcardle WD, Katch F, Katch V: *Fisiología del ejercicio. Energía, nutrición y rendimiento humano*. Madrid: Alianza Editorial, 1990:313-345.

Romero L: *Neuronas. Impulsos. Músculos. Fibras musculares. Miofibrillas. Neurofisiología. Canal iónico. Polarización. Sinapsis. Neurotransmisores*. España.

Sergeyevich V, Dmitriyevich V: Fisiología del deportista. Barcelona: Editorial Paidotribo, 1995. pp 30-35.13.

ARC. promoting the role of physio-therapists as exercise prescription specialists. CSP. 2013;19(6):1.

Casas A: Fisiología de los esfuerzos intermitentes aplicada a los deportes de conjunto. Curso a distancia de entrenamiento físico en deportes de conjunto, 2ª ed. Grupos Sobre Entrenamiento www.sobreentrenamiento.com. J Hum Sport Exerc 2008;3:23-52.

Aspectos Fisiológicos del Fútbol Thomas Reilly: Centro de Ciencias del Deporte y del Ejercicio. Inglaterra: Universidad John Moore. Journal Publice Standard, 1994.

FAO/WHO-OMS/UNU: Expert Consultation Report. Energy and Protein Requirements. Technical Report Series 724.Ginebra: WHO/OMS. 1985.

Peña G, Heredia JR, Moral S, Mata F, Da Silva ME: Evidencias sobre los Efectos del Entrenamiento Inestable para la Salud y el Rendimiento. EF Deportes [en línea]. 2012. [citado 2014 Abril 01];27(1):1-14. Disponible en: http://g-se.com

CAPÍTULO 5

Desarrollo psicomotor y parálisis cerebral infantil

DESARROLLO PSICOMOTOR

Es la maduración externa del sistema nervioso central (SNC), el cual sigue un orden de maduración preestablecido y es en sentido cefalocaudal y de proximal a distal, fisiológicamente las dendritas y la mielinización de los axones son los responsables de que maduren de forma normal.

La evaluación del desarrollo psicomotor debe realizarse en todos los niños en forma rutinaria, siendo conveniente tener una secuencia de los avances logrados durante el desarrollo.

Para reforzar un desarrollo psicomotor óptimo, ya que la parálisis se diagnóstica alrededor de los 3 años (antes de esta edad se le considera retraso psicomotor), se puede estimular tempranamente a través de una guía de actividades normales en el niño dependiendo de su edad.

ESTIMULACIÓN TEMPRANA

Es toda actividad que de manera oportuna y acertada enriquece al niño en su desarrollo físico y psíquico. También se le conoce como el conjunto de acciones tendientes a proporcionar al niño, las experiencias que necesita desde su nacimiento para desarrollar al máximo su potencial psicológico. Es aportar al niño conocimientos fáciles.

La etapa primordial del desarrollo del niño comprende de los 0 a los 2 años. El niño debe aprender a comer, gatear, conocer un idioma, así como percibir el mundo para poder ser independiente y seguro de sí mismo.

Desarrollo de 0 a 3 meses

Desarrollo esperado

El niño duerme la mayor parte del tiempo (alrededor de 18 a 20 h). Succiona, levanta la cabeza de modo breve si está boca abajo, sentado con

apoyo sostiene la cabeza, presenta sobresaltos que irán desapareciendo, extiende y flexiona sus brazos y piernas, cruza y descruza los pies, sigue con los ojos un objeto que se desplaza, mira a la cara, además sonríe como reflejo, mantiene el reflejo de presión, balbucea de manera involuntaria y después como respuesta.

Estímulos y logros

Es necesario cambiarlo de posición (un rato boca abajo y otro boca arriba). Es bueno levantarlo en brazos y balancearlo de izquierda a derecha. Es indispensable trabajar su prensión para que abra y cierre su mano. Es necesario trasladar al niño para que su ángulo de visión sea más amplio. Se le puede estimular con objetos llamativos moviéndolos de un lado a otro. También se estimula su audición. Para estas actividades se pueden realizar los siguientes ejercicios:

- Cuando el niño está en decúbito dorsal, extender los brazos paralelos a la cabeza y regresarlos.
- Cuando está en decúbito dorsal, doblar las piernas hasta que las rodillas toquen el abdomen y devolverlas a su lugar.
- Extender los brazos a los lados y luego colocarlos uno sobre otro en el pecho.
- Boca abajo, presionar suavemente sus pies.
- Colocar entre sus manos objetos de diferentes formas, tamaños y texturas, adecuados para que los sostenga.
- Al levantarlo en brazos, balancearlo hacia arriba, hacia abajo y hacia los lados con un ritmo suave.

Juguetes

Los juguetes deben ser sencillos. Se pueden colocar pedazos de papel y juguetes vistosos en la cuna para estimular la visión del niño, también juguetes musicales para la estimulación auditiva y objetos de madera o de un material flexible para que el bebé los manipule.

Desarrollo de 3 a 6 meses

Desarrollo esperado

El niño se sienta con apoyo. Sostiene perfectamente su cabeza. Empieza a tomar de manera voluntaria los objetos que encuentra cerca y extiende la

mano cuando se le ofrece algún objeto. Todo lo que sostiene en las manos se lo lleva a la boca. Trata de ampliar su campo de visión y levanta la cabeza, así como los hombros si está boca abajo. Se ríe, busca un juguete que haya perdido. Mantiene las manos siempre abiertas, juega con ellas y se las lleva a la boca. Se tapa la cara, balbucea y sonríe al ver su imagen frente al espejo.

Estímulos y logros

Hay que ayudar al bebé cuando está sentado. Los ejercicios a realizar son los siguientes:

- Los recomendados en el apartado anterior.
- Mecer al niño en una hamaca.
- Sostenerlo en brazos de manera que mire hacia atrás un rato, y luego hacia adelante.
- Extender sus brazos con suavidad.
- Flexionar suavemente sus piernas en forma alterna.
- Iniciar ejercicios de pedaleo.
- Con las dos piernas juntas extendidas, levantarlo.
- Ponerlo de pie y sostenerlo por las axilas para iniciarlo en el soporte de su mismo cuerpo.

Juguetes

Juguetes que el niño no se pueda tragar. El uso de un espejo es conveniente para que inicie su reconocimiento. Objetos que impliquen meter, sacar, batir, sonar y apretar.

Desarrollo de 6 a 9 meses

Desarrollo esperado

El lactante se sienta apoyado con las manos adelante. Se apoya en una mano y se inclina. Acostado boca arriba se gira boca abajo. Es capaz de arrastrarse. Empieza a ponerse de pie si se le sostiene. Pasa un objeto de una mano a otra, además toma uno en cada mano y los lanza por el aire. Lleva los pies a la cara y juega con ellos, la coordinación entre boca y mano es más precisa. Utiliza el dedo índice para señalar.

Estímulos y logros

Hay que ayudarlo a levantarse, a sentarse, arrastrarse o desplazarse. Reunirlo con la familia. Devolverle los objetos que tira al suelo. Hablarle con palabras simples para que vaya aprendiendo el lenguaje. Hacer que chapotee en el agua. Empieza a responder “no”. Los ejercicios a practicar son:

- Ponerle una tela en diferentes partes del cuerpo para que el niño se la quite.
- Retirarle el calcetín y ponérselo en el pulgar para que el niño se lo retire.
- Levantarlo con suavidad en el aire por encima de la cabeza del adulto.
- Ubicar juguetes a distancia para que los alcance.

Juguetes

Pelota, cubos, frascos y objetos con abertura. Usar un globo con un hilo corto para que lo observe. Que inicie a sacar e introducir objetos en un recipiente.

Desarrollo de 9 a 12 meses

Desarrollo esperado

Ya se arrastra, gatea, se incorpora a la posición de sentado, se levanta solo, además camina sosteniéndose de los muebles. Puede dar algunos pasos sosteniéndolo. Recoge objetos pequeños con el uso del pulgar y el índice (pinza fina), dice “mamá”, “papá”. Empieza su control de esfínteres.

Estímulos y logros

Es conveniente ayudarlo a caminar, ya sea en el corral o sosteniéndolo. Se le ayuda con apoyo en rodillas y efectuando balanceos. Hay que darle la oportunidad de que sople para apagar velas o fósforos. Hay que animarlo para que coma solo, enseñarle órdenes sencillas para que las realice. Es conveniente darle mucho espacio y libertad para que pueda caminar.

Juguetes

Revistas, láminas en las que aprenda a señalar figuras que le llamen la atención. Es conveniente que toque un tambor o marimba para que ejercite movimientos de coordinación. Es necesario el uso de cubos para que los apile en forma de puente o torre.

Desarrollo de 12 a 18 meses

Camina solo, sube escaleras, empieza a hacer garabatos, coopera para vestirse y dice más palabras.

Desarrollo de 18 a 24 meses

Corre, sube y baja escaleras alternando los pies, se introduce la cuchara a la boca y avisa para ir al baño.

PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL

Diversas instituciones e investigadores han definido a la parálisis cerebral infantil (PCI) como:

Bobath: "Trastorno del movimiento y de la postura, debido a un defecto o lesión del cerebro inmaduro. La lesión no es progresiva y causa un deterioro variable de la coordinación de la acción muscular, con la resultante incapacidad del niño para mantener posturas normales y realizar movimientos normales. Este impedimento motor central se asocia con frecuencia a afectación del lenguaje, visión, audición o alteraciones perceptuales, cierto grado de retraso mental, epilepsia o ambas".

Fisiopatológica: "Cese o disminución de las funciones o capacidad funcional de los órganos y sistemas por enfermedad o lesión originada en el encéfalo, que se produce antes, durante o después del parto. Enfermedad debida a una lesión en el cerebro, que da escasa coordinación muscular, debilidad, espasmo muscular, que interfieren en el movimiento. Defecto neurológico no progresivo que existe desde la infancia, quizás a consecuencia de la falta de oxígeno".

UNICEF: "Lesión cerebral que ocurre en el cerebro inmaduro y en desarrollo. Lesión irreversible, no progresiva que ocurre antes, durante o poco después del parto. Trae como consecuencia anormalidades de la postura, del movimiento; puede acompañarse de defectos perceptuales, visuales, auditivos, de lenguaje, así como debilidad mental y convulsiones".

Academia Americana de Parálisis Cerebral: "Cualquier alteración anormal del movimiento o de la función motora debido a defecto, lesión o enfermedad del tejido nervioso contenido en la cavidad craneal".

Asociación Americana: “Desorden persistente de los movimientos, postura o ambas, asociados a una lesión estática del cerebro, cuando el sistema nervioso central (SNC) está en proceso de maduración”.

Nomenclatura (por Perlhein y Minear)

La parálisis cerebral infantil se considera como una de las causas de mayor gravedad de discapacidad física, con alteración de la postura y de los movimientos, que no suele ser reversible o progresiva. Es un padecimiento asociado con patologías añadidas como la epilepsia, alteraciones del habla, de la vista y de la percepción cognitiva, hay sin embargo, casos donde las alteraciones y el daño cerebral son mínimos y pueden tener una función dentro una normalidad aceptable. Se ha descrito una prevalencia que oscila entre uno a cuatro casos por cada 1000 nacidos vivos. Se reportaron diferentes causas productoras de esta patología, siendo la más frecuente la deficiencia de aporte de oxígeno (anoxia) de sangre (isquemia) al cerebro, ya sea por alteraciones vasculares, procesos inflamatorios, aparición de ictus (el ictus es la equivalencia a un infarto miocardico, falta sangre que produce lesiones y muerte celular del tejido cerebral).

La aparición de la lesión se puede manifestar durante la fase de gestación conocida como **prenatal** o **congénita** (*In útero*) relacionadas con patologías que presenta la madre durante el periodo de gestación, como diabetes, alteraciones tiroideas, infecciones etc. Causas que acontecen durante el proceso de parto conocidas como **perinatales**, (las de mayor porcentaje) y que suelen ser a consecuencia de la no maduración del feto, como ocurre en partos prematuros, complicados o en aquellos que puedan tener una complicación de hipoxia–anoxia, por transporte de oxígeno insuficiente, condicionado por la prolongación del parto o la presencia de lo que se denomina **cordón circular**, que es un enrollamiento del cordón umbilical alrededor del cuello ejerciendo presión y literalmente un ahorcamiento.

Sin olvidar aquellas causas que son **posnatales**, presentándose cuando el niño está en su fase de desarrollo, las más frecuentes son de origen infeccioso o inflamatorios como las encefalitis, meningitis, traumatismos craneales directos (caídas de cuna o brazos de los cuidadores), aparición de crisis comiciales (convulsiones) que con la frecuencia de aparición y la intensidad de las mismas van causando daño y muerte neuronal. Las clasificaciones varian según el autor que las describa, las manifestaciones que presentan (como la discinesia, la espasticidad o ataxia entre otras) y el

número de subgrupos que engloben en ellas.

Phelps pudo definir 12 tipos de atetosis. Es posible encontrar en la literatura una gran variedad de clasificaciones como las propuestas por Sacher y Petersen. Otra de las clasificaciones a tomar en cuenta es la que realizó Minaer y que hoy en día, se encuentra vigente, pues englobó aspectos como el tono muscular, los movimientos involuntarios, la gravedad del daño neuroanatómico, topográfico, etiología causante y los procesos terapéuticos entre otros.

Manifestaciones clínicas: estados espásticos, discinesias, coreas, atetoides, distonías, temblores, rigidez.

Grado de evolución: leve, moderada o grave.

Descripción tipográfica: paraplejía, diplejía, cuadriplejía, hemiplejía, triplejía, monoplejía, tetraplejía, limitación de ambos miembros superiores.

Tono muscular: isotónica, hipertónica o hipotónica.

Retraso psicomotor: los pacientes portadores de PCI son los niños que tienen un notorio retraso en actividades físicas con respecto a sus compañeros, en el colegio progresan con lentitud al aprender a leer y escribir. En comparación con otros grupos de invalidez, no parecen tener al principio nada que los trastorne, pero en comparación con niños normales poseen varias desventajas. Algunos problemas de aprendizaje no están relacionados con la inteligencia, se deben a trastornos en la percepción. Pueden haber o no signos neurológicos. Son referidos a terapia física por:

- Trastornos del equilibrio.
- Caídas frecuentes.
- Debilidad general.
- Manos y dedos torpes.

Es difícil para ellos golpear o tomar pelotas, vestirse solos, abrochar botones, manejar una crayola o un lápiz. En el colegio tienen problemas con las actividades físicas, lectura o escritura. Existe dificultad para reconocer los dedos, coordinar ambos lados del cuerpo o tener reacciones de equilibrio, juzgar distancia y dirección.

Deficiencia mental: niños con coeficientes intelectuales menores (cuadro 4–1); algunos tienen un desarrollo motor lento e insuficiente, musculatura y equilibrio pobres. Algunos tienen defectos físicos específicos (sensorial o atrofia óptica). Hay dos categorías:

subnormalidad educacional leve y subnormalidad educacional grave. Muchos consiguen aprender a leer, escribir y lograr cierta independencia. Los niños con deficiencia mental grave son incapaces de colaborar en actividades de educación, pero pueden llegar a lograr autocuidado y tareas simples, siempre necesitarán ayuda y supervisión constante. Hay un tercer grupo que padece incapacidades múltiples que requieren custodia permanente.

Cuadro 4–1. Clasificación por coeficiente intelectual	
0 a 20	Retraso mental profundo
20 a 34	Retraso mental severo
35 a 49	Retraso mental moderado
50 a 70	Retraso mental superficial
70 a 110	Normal
110 a 130	Normal brillante
130 o más	Sobredotado

Clasificación clínica

La parálisis cerebral infantil se divide, por su condición clínica, en:

- Espástica: lesión de vía piramidal.
- Atetósica: lesión de ganglios basales.
- Atáxica: lesión de cerebelo.
- Mixta: combinación de espástica y atetósica.

Clasificación topográfica

- Tetraplejía: afecta los cuatro miembros.
- Diplejía: afecta más los brazos que las piernas.
- Paraplejía: afecta ambas piernas.
- Hemiplejía: afecta miembros superior e inferior del mismo lado.
- Triplejía: afecta tres miembros.
- Monoplejía: afecta un miembro.

Clasificación por severidad

Leve o ligera: puede bastarse por sí mismo en las actividades de la vida diaria humana (AVDH), deambula con aparatos.

Moderada: tiene deficiencias para realizar las AVDH, deambula con dificultad, lenguaje mal articulado, requiere aparatos.
Severa: no es capaz de realizar AVDH, no deambula, no habla, presenta complicaciones relacionadas.

Clasificación terapéutica

Clase A No requiere tratamiento.
Clase B Necesita artefactos ortopédicos mínimos y tratamiento mínimo.
Clase C Necesita artefactos y aparatos ortopédicos, así como áreas de tratamiento especial.
Clase D Requiere internamientos y tratamiento prolongado.

Clasificación de capacidad funcional

Clase I Sin limitación en la actividad.
Clase II Limitación ligera o moderada.
Clase III Limitación moderada o grave.
Clase IV Incapacidad total.

Patogenia y fisiopatogenia

Las manifestaciones muestran desde el punto de vista anatómico una atrofia de ambos hemisferios con destrucción de neuronas y proliferación glial. La pérdida de función en un sistema neuronal da origen a la liberación del control normal sobre los sistemas interdependientes, los cuales tienden a actuar en exceso, estas adaptaciones se conocen como “fenómeno de liberación”. Las manifestaciones son determinadas por la extensión de la lesión y localización. El fenómeno de liberación tiende a aparecer con lentitud durante varios meses, además existe una actividad cerebral escasa. Hay persistencia de caracteres reflejos primitivos de postura y movimiento, con actividad normal de los reflejos tónicos, por tanto, el sistema propioceptivo sólo recibe información de tono muscular anormal y movimientos posturales anormales.

Diagnóstico

Los niños con parálisis cerebral cumplen sus etapas de desarrollo más tarde de lo normal. Además del retardo, se manifiesta actividad motora anormal, trata de funcionar con patrones inadecuados, compensa con

partes menos afectadas o intactas. Faltan patrones esenciales y fundamentales de desarrollo. Este último se desorganiza, se atrasa y se perturba por la lesión. En su evolución la PCI debe diferenciarse de dos trastornos principales para determinar los pasos del tratamiento a seguir. Los padecimientos y sus características se refieren a continuación:

Parálisis cerebral infantil (PCI):

- Escasa coordinación muscular.
- Crisis convulsivas.
- Problemas de cavidad oral.
- Trastornos visuales.
- Pérdida o disminución en la percepción del dolor.
- Espasmo muscular.
- No es progresiva.
- Sordera.
- Trastornos de lenguaje.
- Hiperactividad.
- Persisten reflejos primitivos.
- Patrones anormales de desarrollo.
- Alteraciones posturales.
- Lesión de sistema nervioso central (SNC).
- Etiología prenatal, posnatal inmediata.
- Reflejos patológicos.
- Alteración de tono muscular.
- Trastornos de aprendizaje.
- Coeficiente intelectual normal o deficiente.

Retraso del desarrollo psicomotor:

- No hay deficiencia mental.
- Torpeza en movimientos.
- No hay alteración de tono.
- Desequilibrio entre edad cronológica y física.
- No hay referencia patológica, ni primitiva.
- Atrofia por desuso.
- Puede ser causa de desnutrición/obesidad.
- Tiene como factor coadyuvante la poca estimulación.
- Retraso para adquirir actividades de acuerdo con la edad.

Deficiencia mental:

- Dificultad para concentrarse en actividades.

- Diferencias en pensamiento ilustrado y la integración a la sociedad.
- Ataxia.
- Dificultad o deficiencia en pensamiento abstracto.
- Pobreza de ideas y conceptos.
- Defectos de visión.
- Privación de independencia y juicio.
- Lesión de SNC.
- Causas prenatal, postnatal, genética.
- Ansiedad.
- Autoagresión.
- Mirada perdida.

Etiología: algunos ejemplos de estas etiologías pueden clasificarse en las causas prenatales, donde destacan: hipoxia, traumatismo y hemorragias, parto de nalgas, escoliosis de la madre y cesárea; y en las causas después del nacimiento encontramos, traumatismos craneales, infecciones, intoxicaciones, enfermedad vascular cerebral, tumores o malformaciones y anoxia.

- Causas prenatales.
- Hereditaria.
- Infecciones maternas.
- Anoxia prenatal.
- Hemorragia cerebral.
- Factor Rh.
- Trastornos metabólicos.
- Radiación gonadal.
- Hemorragias en el primer trimestre del embarazo.
- Embarazos múltiples.
- Prematurez.
- Embarazos previos defectuosos.
- Edad de la madre.
- Sexo.
- Raza.

TIPOS DE PARÁLISIS CEREBRAL

En la actualidad, desde el punto de vista médico, la PCI se clasifica en cuatro grandes categorías. A continuación, se describen las características de tres de ellas, la cuarta se trata de la variedad mixta que tiene más de una característica de las tres variedades principales:

Parálisis cerebral espástica: estado de aumento de la tensión de un músculo, cuando se alarga de manera pasiva, causado por exageración del reflejo muscular del estiramiento. Se produce cuando hay lesión de cerebro y vías descendentes a nivel piramidal, resultado del desequilibrio de centros inhibidores y facilitadores en mesencéfalo, así como tallo, con alteraciones del equilibrio neuronal motor α y γ. Además de responder al estiramiento, lo hacen a otros estímulos: ruido, tacto, emociones, temperatura, afecta a cerca del 80% del total de pacientes portadores de PCI. Sus principales características son:

- Hipertonia "navaja", si los músculos espásticos se estiran a velocidad determinada, responden en forma exagerada.
- Exageración de reflejos tendinosos profundos, clonos, reflejos patológicos.
- Posturas anormales que se relacionan con los músculos antigravitatorios, siendo extensor en miembros inferiores y flexor en miembros superiores.
- Las posturas anormales se mantienen por los músculos espásticos, debido a que los antagonistas son débiles.
- Los cambios de postura se producen por excitación, miedo o ansiedad.
- Ofrece resistencia en un determinado punto o en una pequeña parte de la extensión pasiva.
- Los músculos que pasan por dos articulaciones suelen ser más espásticos.
- La marcha es torpe, rígida, espasmódica y mantiene a los miembros deformados en posición de flexión, aducción y rotación interna (posición de tijera).
- En los músculos de la locución se refleja en la dificultad para hablar, en músculos de deglución se dificulta el tragar saliva, por ello hay babeo.
- Variación de la inteligencia, con tendencia a ser menor que en los atetósicos.
- La epilepsia es más habitual o hay crisis convulsivas.
- Afectación de imagen y esquema corporal.
- Encías inflamadas, infectadas, dientes negros y careados por fármacos.
- Presencia de contracturas.

Parálisis cerebral atetósica: fluctuación de la postura sobrepuesta a una actitud persistente, hay balanceos desde una postura hacia la otra. La constituyen movimientos involuntarios, incontrolables, incoordinados,

“espasmos móviles” que afectan cabeza, cara, tronco y extremidades. Se atribuye a la interrupción de algunos circuitos de retroalimentación, cuando éstos se bloquean parece que los impulsos toman caminos equivocados y provocan los movimientos anormales. La lesión se localiza en ganglios basales. La PCI atetósica afecta de 10 a 20% de los pacientes. Sus principales características son:

- Movimientos sin propósito determinado e incontrolados, pueden ser lentos o rápidos, son como, contorsiones, sacudidas, temblores, manoteos o rotaciones.
- Aparece en manos, pies, articulaciones proximales y distales, así como en cara.
- Son normales los reflejos tendinosos profundos y cutáneos.
- Los movimientos voluntarios son posibles con retraso inicial, el movimiento involuntario puede interrumpir el movimiento voluntario en forma parcial o total, lo hace incoordinado.
- Fluctuaciones de tono, se acompañan de cambios en el estado de ánimo o emociones.
- Parálisis de los movimientos de la mirada.
- Carecen de tono postural sostenido y estabilidad, por inervación recíproca alterada, no mantienen posición contra la fuerza de gravedad.
- No puede graduar la actividad antagonista y sinergista durante el movimiento.
- Hipermovilidad de las articulaciones con tendencia a la subluxación.
- Dificultad para hablar y deglutir, boca abierta y babeo constante.
- Respiración anormal.
- Inteligencia de buen nivel, llega a ser excelente o puede haber deficiencia mental.
- La pérdida auditiva se relaciona con atetosis por kernicterus.
- No se afecta imagen ni esquema corporal.
- La atetosis se ve disminuida por fatiga, somnolencia, fiebre, decúbito ventral, alta concentración.

Parálisis cerebral atáxica: pérdida de coordinación y control, en la cual está destruida la sensación cinestésica. Alteración del equilibrio y coordinación por grupos musculares. Lesión localizada en el cerebelo. Es una forma rara de PCI que afecta a 5% de los pacientes. Sus principales características son:

- Pérdida de postura y equilibrio, sea con los ojos abiertos o cerrados, se compensa con balanceo de brazos.

- Marcha tambaleante, inestable de base amplia.
- Orientación espacial trastornada, pérdida de la percepción de la posición de pies y piernas.
- Movimientos voluntarios presentes, pero torpes y no coordinados, temblor intencional, escasos movimientos manuales finos.
- Asinergias, disinergias.
- Adiadococinesias, imposibilidad para realizar movimientos alternativos rápidos.
- Músculos hipotónicos que se fatigan con facilidad, dificultan la fijación postural.
- El lenguaje es balbuceante, espasmódico y explosivo.
- Hiporreflexia.
- Presencia de nistagmus.
- La inteligencia por lo regular es baja, pueden presentarse problemas visuales, auditivos o de percepción.
- Por lo regular se combina con la espasticidad y la atetosis.

EFECTOS DE LA PARÁLISIS CEREBRAL INFANTIL

Rigidez

Un niño con PCI puede penetrar alguna o casi todas las características que se enuncian:

Hipertonía extrapiramidal: se altera la relación agonista-antagonista con resistencia a los movimientos pasivos lentos de ambos grupos musculares. Suele acompañarse de hipertonía, normalidad o disminución de reflejos. No aparecen movimientos involuntarios. Signo de rueda dentada. Existen reflejos posturales exagerados.

Temblor

Es el movimiento incontrolado e involuntario de tipo rítmico, alternado o pendular debido a la contracción alterada de agonistas y antagonistas. Puede ser intencional, involuntario o constante. Afecta a todo el cuerpo.

Atonía

Pérdida de tono o falla muscular para responder a los estímulos volitivos.

Constituye el síndrome inicial de cualquier forma de parálisis cerebral (PC).

Otros trastornos relacionados con la parálisis cerebral infantil

- Convulsivos: cuadros de epilepsia relacionadas.
- Visuales: el problema más común es estrabismo y disminución de agudeza.
- Auditivos: más frecuentes en la PCI atetósica, dificultad auditiva.
- Percepción espacial: no pueden evaluar distancias ni visualizarse una contracción tridimensional.
- Dentales y nutrimentales: por dificultad al tragar o masticar.
- De lenguaje: debido a la falta de habilidad para controlar los pequeños músculos de la boca, lengua, paladar y laringe.
- De conducta: se explican en la imposibilidad de realizar sus AVDH.

Métodos de tratamiento en parálisis cerebral infantil por diferentes autores

El tratamiento de los niños con PCI debe ser multidisciplinario, debido a las diferentes áreas que se comprometen, estableciendo metas a corto, mediano y largo plazo. El ámbito de urgencia es a través de las acciones de fisiatras, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y trabajadores sociales. El manejo deber ser instaurado de manera precoz. Más a delante se describen algunas técnicas de interés a la materia.

Cada paciente con distinto tipo de parálisis cerebral tiene un manejo específico, de acuerdo a su capacidad motora e intelectual y si presenta o no problemas asociados (visión, audición, entre otros) se le adecua y combina la terapia y el tratamiento dependiendo del objetivo de cada caso, si se necesita estimular, relajar, corregir posturas por medio de férulas, o en casos muy leves únicamente facilitar posturas, esto dependerá del tipo y grado de la parálisis cerebral.

Estimuladores:

- **Brungstrom:** se basa en movimientos sinérgicos.
- **Collis:** movimiento estimulante mediante reflejos y estímulos sensoriales a través de diferentes texturas (rugosas, lisas, entre otras).
- **Downam, Delacato:** se basa en patrones primitivos de movimiento al

igual que Temple Fay.

- **Kabat:** facilitación neuropropioceptiva, movimiento en masa, movimientos resistidos isotónicos, rápida inversión de antagonistas, estabilización rítmica.
- **Peto:** movimiento pedagógico con terapia recreativa.
- **Rood:** estimuladores de contracción de agonistas o sinérgicos, y relajación de antagonistas a través de receptores.
- **Temple Fay:** estimuladores de patrones patológicos reflejos con empleo de patrones primitivos de movimientos.

Relajadores:

- **Beaman:** relajación por fatiga durante ejercicios intensos.
- **Jacobsen:** relajación progresiva consciente contrarresistencia.
- **Obholzer:** relajación mediante ejercicios a pesar de la fatiga.

Simultáneos (relajadores y estimuladores):

- **Bobath:** inhibidor de patrones reflexógenos anormales y facilitador de patrones normales de movimiento.
- **Phelps:** movimientos desde posición relajadora y condicionamiento, postura.

Especiales:

- **Carlsson:** motivación-finalidad.
- **Dane:** ejercicios conservadores.
- **Deaver:** movimientos restringidos por dispositivos ortopédicos.
- **Frenkel:** ejercicios de coordinación.
- **Hipps:** restricción de movimientos de prevención y corrección de deformidades por medio de dispositivos ortopédicos, basado en motivación.
- **Montessori:** educación combinada con reacciones sensoriales y motoras.
- **Polh:** educación de movimiento por concientización, se inicia con grupos musculares aislados.
- **Schauarts:** estimulación psicomotora con ayuda mecánica y reeducación muscular a través de esfuerzos voluntarios.
- **Vojta:** inhibición de movimientos distales automáticos provistos por ejercicios resistidos.

Universales:

- **Lunning-Plum:** aplicación intensiva de diferentes métodos.
- **Thom:** utilización de métodos conservadores y quirúrgicos.

Básicos:

- **Hecker:** ejercicios psicomotores.

- **Neumann:** ejercicios precoces. Toda aquella actividad física o de entrenamiento, que ayude a prevenir cualquier alteración que limite el movimiento.
- **Steiner, König:** educación desde posiciones relajadoras.

Plasticidad cerebral

El sistema nervioso maneja y demuestra la capacidad para ser moldeado por influencias tanto internas como externas, durante el crecimiento es en particular susceptible a los cambios del medio ambiente. Las células cerebrales son capaces de adoptar nuevas características cuando reciben estímulos apropiados. Del mismo modo que crecen los huesos y son moldeados por las exigencias de los músculos, así como por el peso corporal, también crecen las neuronas y se unen entre sí, según las exigencias químicas y eléctricas.

Es importante tener en cuenta, en relación con el aprendizaje, que si bien no aparecen nuevas neuronas después del nacimiento pueden formarse nuevas conexiones entre las existentes. En los niveles superiores la modificación es la esencia de su rendimiento al manifestarse en el aprendizaje y la memoria. Hay que tomar en cuenta que el cerebro es una estructura moldeable, además algunas sinapsis son maduras, otras están en desarrollo y otras desaparecen.

Se afirma que los estudios sobre la conducta indican más que la información estructural y bioquímica, la plasticidad del SNC caracteriza a periodos tardíos del desarrollo, así como los de la lactancia y la infancia. En la vejez disminuye la capacidad del SNC para adaptarse, lo cual es una prueba de una menor plasticidad.

Afasia

Se define como un deterioro de la capacidad para interpretar y formular símbolos lingüísticos como resultado de una lesión cerebral. También se describe como un trastorno del proceso central del leguaje, el cual abarca las diversas modalidades lingüísticas como la comprensión de material verbal, lectura, habla y escritura.

La causa más común de la afasia (85%) es la enfermedad vascular cerebral del lado izquierdo, otras causas comunes son las malformaciones arteriovenosas, los tumores y las lesiones cerebrales. Un paciente afásico ve reducida su capacidad en todas las modalidades del lenguaje, incluidos

el habla, comprensión auditiva, lectura, escritura y la mímica.

Tipos de afasia

- **Afasia expresiva o afasia de Broca**: es la incapacidad para decir lo que uno desea, debido a una lesión en la corteza, un paciente con afasia expresiva puede ser capaz de cantar o de hablar en otras formas automáticas como el rezar.
- **Afasia receptora o afasia de Wernicke:** es la incapacidad de comprender el lenguaje hablado, debido a una lesión en la corteza del habla posterior.
- **Afasia anómica o nominal:** el habla está bien articulada, es gramáticamente correcta y fluida, pero está marcada por dificultades para encontrar las palabras precisas. La comprensión auditiva es buena, además la lectura y la escritura son variables. Se manifiesta como incapacidad para recordar nombres de personas o cosas.
- **Afasia de conducción o asociativa:** el habla espontánea es fluida de modo relativo, con una buena comprensión, pero existe una pérdida selectiva de la capacidad para repetir, por ello salta o repite palabras o sustituye una palabra por otra.
- **Afasia transcortical motora:** el habla no es fluida, pero la comprensión auditiva y la capacidad para repetir son buenas, el problema se puede presenta al momento de responder con una o varias frases.
- **Afasia aislada:** todos los procesos lingüísticos son deficientes, excepto la capacidad para repetir.

Disartria

Es un término que se refiere a un conjunto de trastornos del habla, que se derivan de problemas de control motor, debilidad, disminución o incoordinación del mecanismo del habla, causado por una lesión del sistema central o periférico.

Tipos de disartria

- **Disartria fláccida:** las lesiones en los nervios derivarán en un habla caracterizado por una voz entrecortada, hipernasal, consonantes producidas de modo impreciso, volumen de habla reducido y escape de aire a través de la nariz (emisión nasal). Esta disartria se produce en pacientes con un ataque leve del tronco cerebral, con poliomielitis o con

una miastenia grave.

- **Disartria espástica:** si la zona de la lesión neurológica incluye a la motoneurona superior, se puede producir un estado espástico en el patrón del habla, caracterizado por una producción de consonantes imprecisas, un tono único, una voz melodiosa ahogada e hipernasal.
- **Disartria atáxica:** los pacientes con trastornos cerebelosos producen un patrón de habla característico que incluye interrupciones irregulares y distorsiona la articulación del habla. Con frecuencia estos pacientes exhiben una producción de consonantes irregulares e imprecisa, distorsión de las vocales, variación excesiva del volumen del sonido y en ocasiones voz áspera.
- **Disartria hipocinética:** los pacientes con trastorno del movimiento también muestran patrones únicos de disartria (Parkinson). Con frecuencia los individuos con este tipo de disartria hablan con un tono de voz único, con acentuación reducida, con palabras precipitadas, con silencios inadecuados y con un volumen de habla reducido.
- **Disartria hipercinética:** los pacientes con trastornos de movimiento que derivan en una actividad motora excesiva, presentan una disartria hipercinética. El patrón incluye una producción imprecisa de consonantes, vocales prolongadas y distorsionadas, voz áspera, interrupciones irregulares para articular la voz, variación excesiva del tono al hablar y detenciones de la voz.

Agrafía

Es la incapacidad total o parcial para expresar las ideas por escrito.

RUTINAS DE FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR

Bobath

- Posición inhibidora de reflejos (PIR).
- Normalización del tono.
- Inhibición de movimiento y estimulación postural normal.
- Desarrollo psicomotor (objetivo) y buena integración al ambiente.
- Basado en el control de tres puntos: cuello, escápulas y pelvis.

Posición inhibidora de reflejos en decúbito supino

1. Flexión total, pies en plantiflexión para pacientes con patrón extensor.
2. Igual al punto 1, liberar cabeza apoyada en mesa o colchón.
3. Igual al punto 2, brazos en rotación externa a los lados, para brazos con fuerte flexibilidad.
4. Igual al punto 2, brazos en elevación y palmas sobre mesa.
5. Piernas fuera de la mesa, rodillas en flexión, para combatir sinergia extensora de piernas, brazos cruzados y anula extensión.
6. Igual al punto 5, brazos en rotación externa a los lados del cuerpo.
7. Rotar con flexión de ambas piernas hacia un lado, brazos en rotación externa a los lados del cuerpo.
8. Igual al punto 6, una pierna en flexión y otra en extensión, en pierna flexionada, también la rodilla.
9. Piernas en flexión, además abducción con plantas de pies juntas, extensión de columna dorsal, cabeza sobre mesa, brazos extendidos a los lados con rotación externa.

En decúbito prono:

1. Cabeza en posición media.
2. Brazos extendidos sobre la cabeza, cabeza elevada, piernas en flexión cuando hay tono extensor, en abducción y rotación externa.
3. Extensión de columna dorsal. Cintura escapular atrás y abajo (si hay espasticidad de pectorales), hacia abajo en caso de estar deprimida.
4. Igual que en el punto 3, se flexiona cadera con rotación (anfibio).
5. Elevar cintura escapular hacia la cabeza y detener el espasmo flexor, así como obtener extensión de cadera.
6. Tronco elevado con extensión de brazos. Piernas abducidas, extendidas y en rotación externa, después rodillas flexionadas.
7. Brazos extendidos, rotación exterior al lado del cuerpo, cintura escapular elevada, columna dorsal extendida, piernas en abducción y rotación externa. Rodillas flexionadas.
8. Igual que el punto 7, llevar cintura escapular hacia atrás y abajo con rodillas flexionadas.

Sobre talones:

1. Sentado sobre talones, pies en plantiflexión, columna extendida, brazos extendidos sobre cabeza y si es posible, rotación externa.
2. Igual al punto 1, se quita apoyo y presión sobre los pies, evita espasticidad flexora en piernas.

3. Sentado sobre talones, tronco erguido, brazos extendidos a los lados del cuerpo y rotación externa.
4. Sentado sobre los talones, tronco erguido, una pierna extendida hacia atrás y sentado sobre talón contrario, con cadera flexionada, brazos extendidos adelante y tocando colchón.

En cuatro puntos:

1. Peso sobre rodillas y manos, lateralización elongando el lado afectado; brazos, codos y muñecas en extensión, rodillas separadas, pies en plantiflexión y apoyo en abdomen si hay lordosis, cabeza en posición media.
2. Igual al punto 1, desplazamiento hacia adelante y atrás.
3. Igual a los puntos 1 y 2, extensión de una pierna, sentándose sobre el otro talón, brazos extendidos y manos sobre colchón.
4. Igual al punto 3, elevación de pierna extendida, evitar abducción, apoyo en pierna flexionada.

Hincado:

1. Hincado, erecto, brazos elevados y codos extendidos para favorecer extensión de cadera, después se colocan a los lados.
2. Si existe intensa espasticidad flexora en cadera y rodillas, se ayuda a sentarse en talones y después elevar la cadera.
3. Hincado desde la posición de prono es elevado con caderas y columna en extensión, brazos y manos sobre hombros del fisioterapeuta, rodillas flexionadas hasta ángulo recto.
4. Hincado con pie al frente, si es capaz se lleva al frente la otra pierna (de pie).
5. Igual al punto 4, se extiende por completo la pierna adelantada, manteniendo el pie en dorsiflexión, brazos adelante.
6. Igual al punto 5, pero sentado sobre el talón de la pierna flexionada.

Sentado:

1. Sentado, piernas en abducción, pies juntos, caderas flexionadas, tronco ligeramente adelantado, columna en extensión, brazos adelante, arriba o a los lados, codos extendidos, manos sobre colchón.
2. Igual al punto 1, en taburete, con piernas en abducción y flexión de rodillas.
3. Igual al punto 2, brazos a los lados, codos extendidos, manos sobre la

mesa, balanceos laterales (se eleva cintura escapular).

4. Igual al punto 3, rotaciones de tronco, brazos adelante y arriba en extensión o detrás rotando sobre su eje.
5. Sentado o de pie, columna extendida, cadera flexionada, tronco adelantado y arriba en extensión, los brazos sobre fisioterapeuta, pies en eversión, muslos en abducción, rodillas flexionadas o en ángulo recto desplazando el peso sobre las piernas, no se permite extensión de cadera ni flexión de columna.
6. Sentado, elevar una pierna flexionada sin caer, después se intenta cruzar las piernas sin perder el equilibrio.
7. Sentado, extensión de columna, brazos extendidos a los lados, extender rodilla sin perder equilibrio.
8. Sentado en el suelo, rodillas extendidas sin caer, extender los brazos adelante.
9. Cuclillas, piernas flexionadas, abducción, tronco adelante, brazos adelante y extendidos.

Posición inhibidora de reflejos:

1. Desde la posición del punto 9 de la sección anterior, desplazar el peso sobre los pies, cuerpo adelante, rodillas en rotación exterior, y levantar (de pie con talones sobre el suelo).
2. De pie, manos sobre el suelo, tronco flexionado, el pie eleva tronco y cabeza.
3. De pie, una pierna atrás descargando el peso sobre la de adelante, caderas en extensión, pelvis hacia delante y piernas de atrás en extensión.
4. Igual al punto 3, se eleva pierna retrasada.
5. De pie, una pierna adelantada y en flexión de rodilla, mantener el equilibrio y el peso.
6. De pie, desde rodillas en tierra.
7. De pie, sentado.

Frenkel

Se recupera la coordinación por otros sentidos, se recomienda emplear trayectos de facilidad propioceptiva. Emplear reflejos de enderezamiento y mecanismos de estabilidad. Uso de instrucciones firmes, numeradas, primero en forma lenta y luego rápida, se evita la fatiga en el paciente.

Supino:

1. Flexión de cadera y rodilla se desliza el tobillo sobre el colchón.
2. Igual al punto 1 y abducción de cadera.
3. Flexión de cadera y rodilla a la mitad; extender–abducción–aducción.
4. Flexión de cadera y rodilla, deteniendo en cualquier momento de flexión-extensión.
5. Flexión de cadera, aducción, extensión de ambos miembros superiores.
6. Igual al punto 5, hasta la mitad.
7. Igual al punto 1, se suspende en el aire una pierna.
8. Igual al punto 7, reposa el talón sobre la rótula, después sobre la tibia y el pie.
9. Igual al punto 8, en sentido inverso.
10. Igual al punto 7, dando punto específico de recorrido.
11. Igual al punto 5, suspendiendo ambas piernas.
12. Flexión-extensión recíproca de miembros superiores, los talones tocan el colchón.
13. Igual al punto 12, suspendiendo ambas piernas en el aire.
14. Flexión, extensión, abducción, aducción bilateral, suspendiendo ambas piernas.
15. Colocar la extremidad donde el fisioterapeuta indique.

Sentado:

1. Posición con apoyo en pies y espalda. Luego sin apoyos.
2. Levantar el talón del suelo, luego toda la extremidad.
3. Deslizar el pie en movimientos alternativos (adelante-atrás, izquierda-derecha),
4. Levantarse y sentarse de la silla con ritmo.

De pie:

1. Caminar a los costados.
2. Caminar hacia delante en dos líneas paralelas (35 cm).
3. Caminar sobre huellas.
4. Giros.
5. Saltos (con ambos pies, con un pie, alternando).

Deaver

Deaver junto con Pohl, Rood y Tardieu, desarrollaron ideas sobre los esfuerzos con férulas y educación muscular, Deaver intentó obtener

máximo empleo funcional de manos, obtención de lenguaje, habilidad para efectuar desplazamientos y adquirir apariencia normal o casi normal.

La espasticidad se combate con estiramientos pasivos, se evitan contracturas y deformidades con corrección ortopédica: férulas y aparatos. El adiestramiento inicia con actividades grandes y simples, hasta actividades finas y discriminativas. En las manos: alcanzar-tomar-soltar-colocar. El desplazamiento se sirve de aparatos y estabilidad. La apariencia se da al evitar deformidades, con higiene y ropa adecuada. Enseñanza de AVDH.

Teample Fay

Teample Fay fue un reconocido neurocirujano de la ciudad de Filadelfia. Recomienda que quien sufre parálisis cerebral puede aprender movimientos que reproduzcan los pasos del desarrollo humano en evolución. Su trabajo se basa en el desarrollo ontogénico del hombre, como una recapitulación del desarrollo filogenético de la evolución de la especie, desde anfibios, peces, reptiles y antropoides. Fay reconoció que la actuación motora se controla mediante la organización jerárquica del SNC, además la coordinación motora desarrolla la capacidad para inhibir y modificar reflejos.

Destaca el **patrón homolateral**, el cual se originó en el nivel de evolución de los anfibios, y el modelo cruzado o **patrón contralateral**, representa una relación motora cuadrúpeda posterior.

Para Fay, los reflejos primitivos siempre se mantienen, por intenso que sea el daño y son los que pueden permitir edificar reflejos, así como órdenes superiores. Sugiere la creación de movimiento a partir del serpenteo, también movimiento mamífero (cuatro puntos) hasta deambulación erecta (primates). Describe los reflejos liberados que reducen la hipertonía y desarrolla modelos de movimientos progresivos. Esta terapia consta de las siguientes etapas:

Etapa homolateral: en decúbito ventral, cabeza a un lado, hacia el rostro en abducción y rotación exterior, codo semiflexionado, mano abierta, pulgar hacia boca, la pierna en abducción, flexión de rodilla, dorsiflexión de pie. El brazo (atrás de la cabeza) en extensión, rotación interior, mano abierta, pierna en extensión. El movimiento incluye rotación de cabeza de lado a lado y movimiento de las extremidades correspondientes.

Etapa contralateral: en decúbito ventral, brazos iguales a la etapa

anterior y las piernas al contrario. El movimiento incluye rotación de cabeza de lado a lado, con cambio de extremidades.

Cuatro puntos: arrastre recíproco y pararse de acuerdo a los animales (oso, elefante).

Caminar: progresión recíproca, extremidades inferiores recíprocas con balanceo de tronco y brazos. Se emplea base amplia; flexión de cadera y rodilla, rotación exterior de cadera y a medida que se coloca el pie, el brazo opuesto rota hacia él. El peso está sobre la pierna rígida.

Método

Primera etapa: en decúbito ventral, rotación de cabeza y tronco de un lado a otro.

Segunda etapa, homolateral: decúbito ventral, cabeza hacia un lado, brazo del lado del rostro en abducción, rotación externa, codo semiflexionado, mano abierta, pulgar en la boca, pierna del mismo lado en abducción, flexión de rodilla en oposición al estómago con flexión dorsal del pie, el brazo extendido con rotación interior, la mano abierta en el área lumbar y pierna extendida.

Tercera etapa o contralateral: decúbito ventral, la cabeza hacia un lado, el brazo extendido del lado de la cara, la pierna flexionada de lado de la nuca a medida que la cabeza gira, este modelo cambia de lado a lado.

Cuarta etapa: sobre manos y rodillas “caminata de osos”.

Quinta etapa: se utiliza una base de sustentación amplia, flexión de cadera, rodilla en “caminata de marinero”.

Kabat

El creador del método de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), que se emplea para restaurar la potencia de músculos paralizados al buscar la máxima activación de las unidades motoras es el doctor Herman Kabat. Utiliza resistencia, estiramiento, patrones de movimiento en masa, entrenamiento de antagonistas y reflejos. Se pretende lograr mayor excitación y adición de actividades neuronales motoras.

Con este método se trata de obtener actividades musculares contra la resistencia, mediante ejercicios que logren un incremento en la respuesta motora voluntaria.

Resistencia aplicada a músculos distendidos: los reflejos son método eficaz de facilitación; estimulan de manera simultánea reflejo y el

movimiento sobre el mismo grupo muscular.

Movimiento en masa: espirales (rotación), diagonales con sinergia de grupos musculares (flexión o extensión, abducción o aducción, rotación interior o exterior).

Contracción de antagonistas: se efectúa contra resistencia o precedida de inmediato con ejercicio resistido de agonistas.

Se emplean **estímulos sensoriales** para facilitar el movimiento: tacto, presión, tracción y compresión.

Técnicas terapéuticas

La incapacidad sensitiva se clasifica en dos categorías:

- Falta de información sensitiva en el cerebro.
- Falta de capacidad del cerebro para interpretar la información sensitiva recibida y convertirla en función motriz eficaz.

Propiocepción

Tracción: si el patrón de movimiento que ha de producirse es flexión, se estimula por influencias neutrales sobre movimientos de flexión, los cuales tienen que vencer la atracción de la gravedad. Sumar estiramiento, resistencia y volición.

Aproximación: se relaciona con la extensión, para base de sustentación. El apoyo del peso mejora la estabilidad y da aumento del tono postural contra gravedad, con segmento alineado.

Exterocepción: el paciente adquiere sensación, por tanto hay que dar comandos verbales, cuidando el movimiento voluntario y el mantenimiento de posturas.

Imagen corporal: el niño debe tocar su cuerpo, llevar los dedos a la boca y adquirir conciencia de la posición de diversas partes del cuerpo.

Aumento de excursión del movimiento

Contracción muscular activa: se trabajan los músculos espásticos, ayudándose de técnicas de sostén, relajación y contracción en la excursión.

Aplicación de hielo: influencia excitadora. Desde 5 hasta 20 min antes del movimiento, disminuye la temperatura, aumenta el tono y el umbral del estímulo, por tanto hay contracción en espiga y relajación prolongada.

Férula: mantiene inhibido el movimiento.

Quirúrgico: en caso de que la actividad refleja no disminuya y existan contracturas que limiten el movimiento.

Fortalecimiento de músculos débiles: sólo en forma voluntaria frente a una resistencia máxima. Entrenamiento de patrones de movimientos funcionales en masa y localizados. Se inhiben patrones reflejos anormales.

Aumento de tono: percusión intensa y presión firme sobre articulaciones, se procura que ocurra una contracción.

Estabilizaciones rítmicas en todas las posturas y movimientos

Cepillado: la respuesta tarda en aparecer 15 min. En sentido ascendente, estimula; en sentido descendente, relaja.

Masaje: indicado en músculos no espásticos, por lo general corresponde a músculos antagonistas. Indicado en el atáxico que presente músculos hipotónicos y disminuidos de poder sobre cuello y tronco.

Bolsas de arena: colocadas en las articulaciones, ayudan a la relajación al atacar la tensión, usándose en sentido contrario a ésta.

Vibración: actúa sobre el sistema músculosquelético, provoca contracción refleja del músculo vibrado y relajación del antagonista. Tiene aplicación al inhibir la espasticidad y estimula el movimiento. En músculos espásticos, se aplica sobre antagonistas del grupo espástico. Refuerza el movimiento voluntario, aumenta impulsos facilitadores sobre músculos hipotónicos, estira músculos antigravitatorios. Aún cuando no se obtenga contracción muscular habrá inhibición recíproca de la hipertonía en agonistas espásticos. Se contraindica en pacientes con rigidez o síndromes cerebelosos.

Hidroterapia

- Baños cortos: disminuyen la fatiga y la irritabilidad al relajar la musculatura.
- Baños prolongados: tienen un efecto debilitador.
- Calor: disminuye la rigidez, alivia dolor y el espasmo al ceder más rápido al estiramiento.
- El movimiento dentro del agua se ve favorecido.

Rehabilitación del paciente paralítico cerebral

El principal objetivo de la rehabilitación es anular la sintomatología patológica existente, colocar al niño en situaciones progresivas de maduración neuromuscular y psicológica.

FACILITACIÓN NEUROMUSCULAR PROPIOCEPTIVA (FNP)

El creador de este método es el doctor Herman Kabat, doctor en medicina y filosofía, fue médico y neurofisiólogo, lo elaboró al trabajar con pacientes hasta lograr las combinaciones que parecían acertadas. Las técnicas de FNP son métodos que se emplean para establecer demandas específicas, con la finalidad de obtener la respuesta que se desea:

- **Facilitar:** promover o acelerar cualquier proceso natural. Lo contrario de inhibir.
- **Neuromuscular:** quiere decir, todo lo pertinente a los nervios y músculos.
- **Propioceptiva:** recibir estimulación dentro de los tejidos del cuerpo.

Las técnicas de FNP pueden definirse como “métodos destinados a promover o acelerar la respuesta del mecanismo neuromuscular por medio de la estimulación de los propioceptores”. Estas técnicas usan patrones en espiral y diagonal.

Procedimientos básicos

Ayudan a los pacientes a ganar eficacia en su función motora y se utilizan para:

- Incrementar la capacidad del paciente para moverse o estabilizarse.
- Guiar el movimiento con soporte y resistencia adecuados.
- Ayudar al paciente a lograr movimientos coordinados y con sincronía.
- Mejorar la condición del paciente y evitar la fatiga.

Los movimientos provienen de los patrones en masa.

Patrones de la facilitación neuromuscular

propioceptiva

Los patrones de esta facilitación neuromuscular propioceptiva combinan movimientos en tres planos:

- Plano sagital: flexión-extensión.
- Plano coronal: abducción y aducción.
- Plano transversal: rotación.

Procedimientos básicos:

- Resistencia máxima.
- Irradiación.
- Contacto manual.
- Posición del cuerpo y mecánica corporal.
- Órdenes verbales.
- Visión.
- Tracción.
- Aproximación.
- Estiramiento máximo.
- Sincronismo normal.
- Refuerzo.

Para el desarrollo de las técnicas de FNP se asignó la mayor importancia a la aplicación de una resistencia máxima a través de toda la trayectoria del movimiento, se emplean muchas combinaciones de movimientos que guardan relación con los patrones primitivos y se utilizan los reflejos posturales así como de enderezamiento. El estiramiento se aplicaba a grupos musculares, por lo general sinergistas, para obtener una mayor estimulación propioceptiva.

TEORÍAS Y PRINCIPIOS DE REHABILITACIÓN NEUROLÓGICA

Comprender qué es y cómo se aprende el movimiento normal (habilidad motriz), es fundamental en el tratamiento del paciente con daño cerebral. Por ejemplo, el adulto que sufre apoplejía o una lesión cerebral puede que ya no sepa cómo moverse. Desde el punto de vista de la función física, su principal necesidad puede ser volver a aprender todos los movimientos que

ya no es capaz de ejecutar.

Una habilidad puede definirse como toda actividad humana mejor organizada y que es más eficaz como resultado de la práctica.

Las actividades motrices suelen dividirse en básicas y complejas.

En el tratamiento del adulto con lesión cerebral, el cual debe aprender nuevamente a realizar las tareas simples y complejas que aprendió durante toda su vida, los principales factores en este proceso de aprendizaje son los siguientes.

Inhibición de la actividad innecesaria:

- La capacidad para hacer frente a los efectos de la gravedad, por tanto, para adoptar el equilibrio al desplazar el peso.
- Alineación corporal apropiada.
- Práctica.
- Motivación.
- Retroalimentación y conocimiento de los resultados.
- Aprender una habilidad motriz implica dos factores importantes que pueden considerarse juntos. Debe identificarse lo que se debe aprender y debe organizarse la información en el orden apropiado para realizar la tarea.

Inhibición de la actividad refleja: el aprendizaje y el control motor es probable que dependan más de la inhibición progresiva de la actividad muscular o de las respuestas innecesarias que dan la actuación de las unidades motrices adicionales.

Esto también es necesario para la persona con lesión cerebral que debe aprender de nuevo a inhibir la actividad innecesaria.

Equilibrio: las reacciones de equilibrio brindan el apoyo sobre el cual se pueden construir muchas clases de conducta motriz.

El equilibrio no es estático, siempre implica pequeños ajustes, ya sea un movimiento observable real o sólo cambios de tono.

Alineación corporal: para que sea eficaz una habilidad motriz debe comenzar a partir de una disposición corporal y mental, un estado de preparación el cual implica que las partes del cuerpo estén bien alineadas. En otras palabras, el cerebro controla los movimientos y las posturas al comprobar las señales de retroalimentación con las expectativas resultantes de experiencias anteriores.

Práctica: la práctica ejerce un efecto positivo sobre el aprendizaje motor sólo cuando es guiada y controlada. La práctica de un movimiento

inapropiado retrasa el aprendizaje.

Motivación: sin motivación es probable que haya poca capacidad para aprender. La motivación puede consistir en una recompensa, en una actitud de alegría o en una expresión de elogio. También puede lograrse cuando se comprenden los objetivos y brindar un resultado inmediato.

Conocimiento de los resultados y retroalimentación: son factores importantes en el aprendizaje o reaprendizaje del movimiento. La retroalimentación proviene de fuentes internas y externas por medio de la visión, la audición y los receptores de la piel, así como de fuentes internas como los propioceptores.

El tratamiento del paciente con lesión cerebral exige un refuerzo considerable durante todo el día y unidad de criterio entre terapeuta, enfermera y familiares, si éstos comprenden su problema y los motivos por los cuales tiene dificultad con ciertas funciones, el cuidado y la convivencia serán más fáciles.

Plasticidad cerebral: se dice que el sistema nervioso maneja y demuestra la capacidad para ser moldeado por influencias internas y externas, además que durante ciertos periodos de crecimiento y diferenciación activos es en particular susceptible a los cambios del medio.

Parece que las células cerebrales son capaces de adoptar nuevas características cuando se reciben estímulos apropiados. Del mismo modo que crecen los huesos y son moldeados por las exigencias de los músculos y el peso, así también crecen las neuronas y se unen entre sí, según las exigencias químicas y eléctricas.

Es importante recordar, en relación con el aprendizaje, que si bien no aparecen nuevas neuronas después del nacimiento, pueden formarse nuevas conexiones entre las existentes.

En los niveles superiores, la capacidad de modificación es la esencia de su rendimiento, como se manifiesta en el aprendizaje y la memoria. Se debe pensar como si el cerebro fuera de estructura plástica: algunas sinopsis son maduras, otras están en desarrollo y otras desaparecen.

Paola S. Timiras afirma que los estudios de la conducta indican más que información estructural y bioquímica, que la plasticidad del SNC caracteriza periodos tardíos del desarrollo, así como los de la lactancia y la infancia.

En la vejez disminuye la capacidad del sistema nervioso para adaptarse, lo cual es prueba de una menor plasticidad.

EDUCACIÓN CONDUCTIVA

Después de la Segunda Guerra Mundial, el Dr. András Petö creó la educación conductiva en Budapest, Hungría. Después del fallecimiento del neuropsicólogo Peto, la Dra. María Hári continuó con el método.

Características principales

Integración de la terapia y la educación mediante una directora que funge como madre, enfermera, maestra y terapista (instrucción de cuatro años), puede tener 1 o 2 ayudantes, con un grupo de niños que anteriormente era de 20 niños por grupo, pero en la actualidad son cinco niños por grupo, con una disciplina no tan fuerte. Se planean actividades motoras que incluyen AVDH, como levantarse, vestirse, alimentarse, control de esfínteres, ejercitar el movimiento, el habla, la lectura y otras tareas escolares.

Las sesiones de movimiento se realizan sobre y al lado de unas mesas de trabajo, con rendijas de madera y unas sillas con respaldo para que el niño las pueda arrastrar, debido a que en la parte de abajo tiene salientes (como mecedora) para poder arrastrarla.La intención rítmica es contar de 1 a 5 para realizar una actividad e inducirla para hacerla consciente. Esta terapia tuvo influencias de Freud. Los criterios de inclusión son: coeficiente intelectual normal, retraso mental leve, niños con la posibilidad de caminar, sin problemas auditivos, visión adecuada, sin presencia de crisis convulsivas.

Guía de Portage

Creada por George Jesien y M.S. Shearer (psicólogos educativos) en 1990, se basa en una tendencia holista, importancia del ambiente donde el niño actúa y se desenvuelve, guiado por sus padres. Se realizan valoraciones, se visita al paciente una vez por semana, de 60 a 90 min. Al realizar la valoración el psicólogo determina las actividades que el niño debe realizar, éstas pueden ser entre 4 y 7 por semana. De acuerdo con la edad del niño, las actividades se modifican cuando logra realizarlas bien. Cada valoración (cognitiva, lenguaje, motor fino, motor grueso), presenta diferentes colores. Los criterios de inclusión son el coeficiente intelectual normal, buena audición, buena comunicación.

Luming Plum

Desarrolló ideas acerca de refuerzos y la educación muscular. Apoya el fortalecimiento de los músculos espásticos y sus antagonistas. Ejercita músculos espásticos en sus amplitudes externas, debido a que suelen estar acortados, mientras ejercita antagonistas en sus amplitudes media e interna.

Thon

Este método emplea toda clase de terapéutica para aplicarlo de manea individual, según sea el caso, y recurrir a la cirugía si es necesario.

Movimientos Newman, Neurone

Tipos de movimientos descritos por Doris Reichman en 1950 en el libro *La Gimnasia del lactante*, publicado en París.

- Estos ejercicios se utilizaron en el tratamiento de la escoliosis infantil.
- Pueden ser iniciados a partir de los cuatro meses de edad en el niño.
- Se fortalecen piernas y brazos mediante flexión y extensión.
- Los músculos abdominales y de la espalda se entrenan mediante la elevación del tronco, con glúteos y piernas sostenidos.
- Los ejercicios se trasforman en un juego para el niño.
- Después se entrenan en posición sedente y de pie.
- Consiste en aplicar ejercicios precoces en niños pequeños.

Heacker

Se basa en ejercicios psicomotores:

- Potenciar la adquisición de hábitos de autonomía, trabajo e higiene.
- Ampliar su círculo de relaciones sociales.
- Adquirir un mejor conocimiento de su propio cuerpo y mejorar su coordinación.

Sophie Levitt

El objetivo de este método consiste en concentrarse en los mecanismos de la postura, el equilibrio, la locomoción, y la manipulación en los niños

físicamente normales y anormales, se ocupa de cómo funcionan estos mecanismos, cómo se les mantiene y cómo se les debe instruir para asegurar el óptimo desarrollo de la movilidad y de las habilidades manuales.

El método de Sophie Levitt se basa en la síntesis de trabajos de diferentes autores, los cuales le sirvieron de inspiración, así como en su experiencia propia (Phelps, Bobath, Fay, Vojta, Knott, Collis y Hari). Levitt es supervisora de Estudios Terapéuticos en Wofson Centre, Institute of Child Health, de Londres.

Principios

Se considera que el niño tiene diferencias múltiples y no sólo físicas. El tratamiento se debe orientar a los mecanismos neurológicos de postura, equilibrio y movimiento, se complementará con los procedimientos para músculos y articulaciones cuando sea necesario.

No habrá una sujeción estricta para determinadas clasificaciones diagnósticas en los programas de tratamiento, es posible que la etiología no influya en el tratamiento de la parálisis cerebral. Se enfatizará el ejercicio de los mecanismos posturales diversos que estén ausentes o sean anormales en todos los tipos de parálisis cerebral o se hallen ausentes en cualquier retraso del desarrollo psicomotor (RDPM).

El tratamiento también contemplará los rasgos del desorden motor, hipertonía, hipotonía y movimientos involuntarios, anormales y reflejos anormales. Sólo se inhibirán reflejos anormales cuando interrumpan la función motora de forma directa y se utilizarán los programas de tratamiento como guía, además se modificarán para cada paciente. El tratamiento debe realizarse en etapas tempranas y con revisión periódica. Estos son los principios a considerar:

- Planificación del tratamiento.
- Evolución total del niño.
- Examen específico para cada área.
- Las técnicas de tratamiento se seleccionarán de acuerdo a cada paciente.
- Evolución periódica.
- Esquema de los métodos de tratamiento.
- Educación muscular y refuerzos, Phelps.
- Modelos de movimiento progresivo, Teample Fay.
- Modelos de movimiento sinérgico, Brunnstiom.

- Facilitación neuromuscular propioceptiva, Kobat.
- Desarrollo neuromuscular, Collis, Bobath.
- Estimulación sensorial para activación inhibición, Rood.
- Reflejo de arrastre y otras reacciones reflejas, Vojta.

Técnicas

Las técnicas que sugiere este tratamiento se dividen en:

- Técnicas que requieren un fisioterapeuta (sugerencias).
- Las que realizan otros (tratamiento y cuidado diario).
- Desarrollo motor y vida diaria del niño.

Además realiza una mezcla de técnicas para el desarrollo motor y la comunicación, el lenguaje, sensación y percepción, esta terapia cuenta con dos funciones principales:

- Técnicas especializadas en problemas motores específicos, para iniciar actividad motora latente, intensificar la corrección y el ejercicio de la actividad motora.
- Las técnicas para integrar la función motora con áreas de función afines en las actividades cotidianas del niño. La integración del movimiento con percepción y cognición.

Etapas de la rehabilitación

Recuperación: mejoramiento funcional y de las AVDH.
Readaptación: interpersonales y familiares.
Reentrenamiento: vestido, higiene, alimentación, traslación, trabajo.
Reeducación: deambulación, actividades socioculturales y deportivas.
Fortalecimiento: coordinación y resistencia.

DEFICIENCIAS ASOCIADAS

Los pacientes, por lo regular, no sólo tienen manifestaciones de tipo motor, presentan casi siempre una deficiencia asociada. Éstas pueden ser:

Deficiencia mental. Es la más común, casi el 70% de los casos la presenta. En niños con hemiparesia el 60% tiene inteligencia normal. En

la cuadriparesia espástica del 70 al 80% presentan retraso mental.

En algunos casos la PC puede ser tan sutil que se manifieste sólo como problemas de aprendizaje, visuales, de psicomotricidad y lenguaje, e incluso pueden no relacionarse con la PC.

Epilepsia. Las crisis se presentan durante el primer o segundo año de vida, con frecuencia se asocian al retardo mental grave y en la hemiplejía adquirida postnatal. Los casos que presentan crisis mioclónicas, espasmos infantiles y estado de mal epiléptico neonatal son aquellos con pronóstico poco favorable.

Problemas del lenguaje:

a) Disfunción oromotora (producción de palabras).

b) Disfunción de procesamiento central (trastornos del lenguaje).

c) Disfunción auditiva (hipoacusia).

Se pueden presentar más de una de las alteraciones en un mismo paciente. La disartria es un problema común en pacientes con PC extra piramidal, y los problemas de expresión y procesamiento central en los pacientes con cuadriparesia espástica con retardo mental.

Parálisis pseudobulbar. Succión débil o incoordinada, protrusión lingual o problemas de deglución. Posteriormente presentan sialorrea, desnutrición y en algunos casos broncoaspiración con neumonía secundaria por la problemática de la deglución. La salivación constante no es por exceso en la producción, sino por no deglutirla de manera adecuada y ocasiona humedad persistente, irritación en la piel de la cara y mala higiene bucal.

Trastornos visuales. El estrabismo, nistagmus y problemas de refracción, ambliopía, defectos de los campos visuales e incluso ceguera.

Problemas urinarios. Problemas al iniciar la micción voluntaria por falla en la relajación del piso pélvico. La falta de movilidad del paciente y la deficiencia mental incrementan el problema.

Problemas de conducta. El déficit de la atención con hiperactividad e impulsividad y alto rendimiento intelectual. También los pacientes con deficiencia mental presentan conductas destructivas, repetitivas y estereotipadas además de autoagresivas.

Problemas del sueño. Derivados por apneas de tipo obstructivo que ocasionan una fragmentación del sueño.

Diagnóstico

El estudio clínico es el único que puede diagnosticar la parálisis cerebral,

pues no existe ningún otro que ayude a determinar el diagnóstico. Este estudio cuenta con los antecedentes de un recién nacido de término o pretérmino, el cual presenta una encefalopatía hipóxico-isquémica con sus manifestaciones asociadas.

En el ultrasonido del feto también se puede diagnosticar: malformaciones, hemorragias o lesión hipóxico-isquémica. La tomografía axial computarizada (TAC) cerebral, del mismo modo ayuda a identificar malformaciones congénitas, hemorragias intracraneales, entre otras.

En la rehabilitación se deben tener en cuenta determinados factores para cumplir con los objetivos de la rehabilitación:

- Prevenir la deprivación sensorial.
- Promover la participación activa.
- Repetir con y sin variaciones.
- Lograr que se comprenda la utilidad.
- Lograr motivación.
- "Forzar" el proceso.
- Seguir la ley del desarrollo cérvico-céfalo-caudal.
- Tomar en cuenta que la integración subcortical precede a la integración cortical.
- Trabajar la facilitación-inhibición.
- Evitar la desesperación y tener una terapia amigable.

Topografía corporal: Indica cuál es la parte del cuerpo afectada:

- Hemiplejía: afecta a uno de los dos hemicuerpos (derecho o izquierdo).
- Cuadriplejía: los cuatro miembros están paralizados.
- Paraplejía: afectación de los miembros inferiores.
- Monoplejía: un único miembro, superior o inferior, afectado.
- Triplejía: tres miembros afectados.
- Hemiparesia faciobraquial crural: afectada la cara, un brazo y una pierna.

Según el grado de capacidad funcional:

- Clase uno: sin limitación de actividad.
- Clase dos: con ligera o moderada limitación de actividad.
- Clase tres: con limitación de la actividad, desde moderada hasta alta.
- Clase cuatro: incapacitados para desarrollar cualquier actividad física útil.

Candidatos para fisioterapia:

- Clase uno: sin necesidad de tratamiento, puede ser con terapia en casa.
- Clase dos: mínimo de terapia y de ayuda.
- Clase tres: necesita ayuda y aparatos, así como fisioterapia.
- Clase cuatro: requiere de fisioterapia por largo tiempo.

Según el tono muscular:
- Isotónico: tono normal.
- Hipertónico: tono incrementado.
- Hipotónico: tono disminuido.
- Fluctuante: tono inconsistente (hipotonía y espasticidad).

Tratamiento general

No se ha podido desarrollar una cura para la parálisis cerebral, pero si se recibe una atención adecuada se pueden mejorar, se tiene que estimular mucho el desarrollo intelectual, para tener en lo posible una mejor comunicación y optimizar la relación social.

Bases importantes del tratamiento de la parálisis cerebral:
- Neuropsicología.
- Fisioterapia neurológica.
- Terapia ocupacional: AVDH, empleo de férulas y dispositivos de apoyo.
- Educación compensatoria.
- Logopedia.

Los factores más importantes para un tratamiento individualizado son la etiología, el pronóstico y la evolución.

Tratamientos de apoyo en la parálisis cerebral

Tratamiento conservador: programa de terapia por medio de técnicas de facilitación neuromuscular y propioceptiva y estimulación temprana, empleando el juego como medio de tratamiento en edades tempranas, sin dejar de lado el tratamiento de AVDH, además de la adaptación del entorno, la adaptación y uso de dispositivos de apoyo y uso de férulas, y la fisioterapia.

Tratamiento farmacológico: este tratamiento es relajante y ayuda a disminuir los temblores y la espasticidad, y anticonvulsivantes, también previene o reduce las convulsiones. La cirugía puede ser necesaria en

algunos casos para liberar las contracturas en las articulaciones.

El uso de la Toxina Botulínica Tipo A como alternativa en el tratamiento de la espasticidad, limita el riesgo de contracturas, mejora la postura y a largo plazo evita, en la mayoría de los casos, la cirugía ortopédica. Tiene que estar asociado a un programa de rehabilitación física, lo cual asegura un tratamiento completo para una mejor calidad de vida.

Tratamiento quirúrgico: se usa para evitar, prevenir o minimizar las deformaciones articulares. Existen diferentes técnicas más o menos agresivas y con más o menos eficacia.

Tratamiento con células madre: los resultados de estudios con células madre del cordón umbilical llevan a muchos científicos a sugerir que una infusión de la sangre del cordón umbilical puede aliviar el daño al tejido cerebral, reducir la rigidez muscular y mejorar los síntomas relacionados con la movilidad en pacientes con parálisis cerebral.

BIBLIOGRAFÍA

Alur M: Comprehensive services for severely multiply Handicapped children and adults: the 16th World Congress of Rehabilitation International, 1988.

Asociación Granadina de Atención a Personas con Parálisis Cerebral: Soy paralítico cerebral: libro-guía. 2004.

Asociación Navarra de Ayuda a la Parálisis Cerebral: El Camino de Santiago, 2002

Macías L, Fagoaga J: *Fisioterapia en Pediatría*. Madrid: McGraw Hill-Interamericana de España, 2002.

Madrigal Muñoz A: Libro Parálisis cerebral. Observatorio de la discapacidad, Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO).

Morris C: *Definition and classification of cerebral palsy: a historical perspective*. Dev. Med Child Neurol, 2007;49:3-7.

Palisano R, Roesnbaum P, Walker S *et al*.: Development and reliability of a system to classify gross motor function in children whit cerebral palsy. Dev Med.Child Neurol, 1997;39:214-223.

Póo P, Maito Lima J, Sanmartí F: Epilepsia en niños con parálisis cerebral. Act Ped Esp, 1995;53:304-308.

Póo P, Campistol J: Parálisis cerebral infantil. En: Cruz M *et al.*: Tratado de Pediatría. 9ª ed. Madrid: Ergon, 2006.

Robaina-Castellanos: Definición y clasificación de la parálisis cerebral: ¿un problema resuelto? Rev. Neurol 2007;45:110-117.

Wojciech K, Wojciech S, Bozena K *et al.*: *Spastic Cerebral Palsy: clinical / Magnetic Resonance Imaging correlation of 129 Children*. J Child Neurol 2007;22:8-14.

CAPÍTULO 6

Geriatría

Los ancianos y también llamadas personas de la tercera edad, son personas con alteraciones morfológicas y funcionales, en equilibrio inestable, los cuales requieren de la adaptación gradual y progresiva de su capacidad funcional a las posibilidades reales de rendimiento, en las situaciones de la actividad cotidiana.

Al periodo entre los 45 y 60 años de edad se denomina edad intermedia presenil, primer envejecimiento o crítica, porque en esta edad aparecen los primeros signos de envejecimiento, los cuales representan con frecuencia una tendencia o predisposición al desarrollo de varias enfermedades que requieren, sobre todo, medidas preventivas; y al periodo entre los 60 a 70 años se conoce como senectud gradual y se caracteriza por la aparición de enfermedades clínicas típicas de la edad avanzada, que requieren diagnóstico y tratamiento oportunos.

Durante el envejecimiento, el organismo sufre una serie de modificaciones morfológicas y funcionales en diversos órganos y tejidos, caracterizadas por tendencia general a la atrofia, así como disminución de la eficacia funcional. También se pueden considerar los cambios irreversibles que se producen en el cuerpo humano a través de los años y que al final llevan a la muerte, tales como:

- Disminución de la flexibilidad en los tejidos.
- Endurecimiento vasos sanguíneos.
- Pérdida de células nerviosas.
- Disminución de reflejos.
- Disminución de fuerza muscular, entre otros.

DEFINICIONES

Gerontología: del griego, *geronto* (anciano) y *logos* (tratado), es el

estudio de la vejez, además es el conjunto de conocimientos y estudios del fenómeno de envejecimiento. Por tanto, la gerontología abarca las aportaciones de todas las disciplinas científicas, filosóficas, artísticas, entre otras.

Geriatría: del griego *geras* (vejez) y *tria* (curación), es la rama de la medicina interna que estudia los aspectos fisiológicos, así como las enfermedades de la vejez y forma parte de la gerontología.

Anciano: toda persona de 60 y más años de edad, esta definición es necesaria para organizar la investigación, la enseñanza y la asistencia de todo un país, de un sistema o ambos, para los ancianos.

ENVEJECIMIENTO

Es un proceso continuo irreversible progresivo que determina una pérdida en la capacidad para adaptarse a un medio.

Características del envejecimiento

- Universal (todo ser vivo envejece).
- Irreversible (no se detiene).
- Individual (cada especie tiene un tiempo de envejecimiento y no es igual de persona a persona, y varía en cada órgano.

Teorías sobre el envejecimiento

La investigación sobre el envejecimiento no tiene aún una teoría aceptada; aunque de los estudios celulares, genéticos y fisiológicos se han desprendido algunas hipótesis. Una de las más importantes es la teoría del error, ésta menciona que las alteraciones propias de cada edad se deben a errores genéticos aleatorios, lo cual repercute dañar e impedir el funcionamiento óptimo de cada célula.

En los estudios celulares, la teoría del envejecimiento más conocida está basada en el llamado efecto Hayflick, que recibió el nombre del microbiólogo americano Leonard Hayflick. Éste observó en un cultivo celular, que ciertas células humanas experimentaban sólo un número limitado de divisiones celulares antes de morir. Este hallazgo sugiere que el envejecimiento, está programado en el interior de las células, y podría explicar las diferencias que existen en la duración de la vida de las distintas especies animales, así como la longevidad desigual de los

distintos sexos en las mismas especies. Por ejemplo, en la especie humana, las mujeres habitualmente viven una media de ocho años más que los hombres.

Las teorías fisiológicas del envejecimiento se centran en los sistemas orgánicos y sus interrelaciones. Por ejemplo, una de las áreas más investigadas en la actualidad es el sistema inmune que protege nuestro organismo de las células extrañas. Una característica de los mamíferos es que su sistema inmune pierde de manera gradual su capacidad de enfrentarse a las infecciones y a otras situaciones como el envejecimiento. Como resultado, los anticuerpos que produce el organismo son incapaces de distinguir entre células "amistosas" o "propias", y "enemigas" o "no propias".

PROCESO DEGENERATIVO

Postura: en el anciano hay un aumento en la cifosis dorsal, así como una lordosis cervical, curvas que se acentúan como mecanismo de compensación. Hay un aumento en el diámetro anteroposterior del tórax y disminución en el diámetro transversal, esto da como resultado un tronco pequeño. Existe una proyección del hombro en sentido anterior. Hay semiflexión de rodillas y cadera, por tanto aumenta la base de sustentación.

Talla: tiende a aumentar entre el sexto y séptimo decenios de la vida (en la mujer con los cambios hormonales menopáusicos y con los trastornos degenerativos en la síntesis de lípidos, así como triglicéridos en el aparato digestivo). La talla de medida en estatura disminuye, pero la talla en medidas de volumen (ropa) generalmente aumenta.

Músculos: las fibras musculares disminuyen en su diámetro por degeneración, por tanto reduce la fuerza muscular.

Esqueleto: hay cambios atróficos por descalcificación en la corteza de los huesos se vuelven más delgados y frágiles.

Sistema cardiovascular: el corazón presenta una atrofia en sus fibras musculares, con disminución en la fuerza de contracción. Hay fibrosis y calcificación en el anillo mitral, así como en base de la aorta. Se produce un aumento en la infiltración de grasa (colesterol), en general se produce un incremento en la resistencia periférica al llenado diastólico. Hay una recuperación lenta en la contractibilidad.

Arterias: las fibras elásticas de las paredes vasculares se elongan, hay aumento en la cantidad de colágeno y depósitos de calcio, así como de

grasa. Ello da como resultado un aumento en el espesor de la pared arterial (disminución en el calibre de los vasos), por lo cual aumenta la resistencia periférica y se reduce la velocidad de conducción de los líquidos, sangre y plasma.

Venas: se atrofian las válvulas, por tanto hay serios problemas circulatorios en el retorno venoso.

ASPECTOS SOCIALES Y DEL COMPORTAMIENTO

La forma de envejecimiento en la población aun no está determinada, en su totalidad, por la biología, también está influida por las circunstancias sociales y el ambiente individual. Por lo tanto, envejecer se asocia cada vez más a la vida que lleva cada individuo, además, en lugar de limitarse exclusivamente a la etapa de la vejez, su estudio se está extendiendo a todo el periodo vital.

Diversos estudios del comportamiento humano han determinado que la inteligencia humana llegaba a su máximo en la adolescencia y se empezaba a deteriorar a partir de ella, así como el desempeño sexual disminuía en la segunda etapa de la vida, hoy se sabe que esto se mantiene en el adulto mayor.

También se han encontrado algunas técnicas de ayuda para evitar la pérdida de memoria a corto plazo; ya sea por medio de juegos de memoria, ajedrez, actividades del hogar, asistir a algunas clases de manualidades, hacer ejercicio, entre otras.

PROBLEMAS DE LA TERCERA EDAD

Uno de los problemas más importantes y que preocupa en la tercera edad es la estabilidad económica, pues la mayoría de las personas ya no están aptas para trabajar y necesitan algún tipo de pensión o ayuda económica para poder vivir. países tienen el sistema de jubilación o algún tipo de seguro social, pero en ocasiones es muy bajo el ingreso, por lo cual los adultos mayores necesitan de ayuda tanto económica como física por parte de sus familiares.

Al adulto mayor le cuesta más trabajo continuar con las relaciones de tipo social muchas veces por enfermedad, por falta de compañía o que alguien los lleve al centro comercial de día o a algún club social de la tercera edad; México cuenta con clubs sociales para el adulto mayor donde

aprenden distintas disciplinas como baile, gimnasia dibujo, tejido, entre otras; el problema radica en el medio de transporte, pues la gran parte del tiempo están solos o los familiares trabajan y es imposible que asistan.

EFECTOS NATURALES DEL ENVEJECIMIENTO

- **Piel:** pierde espesor y elasticidad, se debe al debilitarse los vasos sanguíneos cercanos a la superficie. este proceso es acelerado si el adulto mayor a lo largo de la vida fumó y por la excesiva exposición al sol.
- **Sistema nervioso:** pierde parte de la capacidad de memorización y aprendizaje a medida que las células se van muriendo, lo acelera el consumo excesivo de alcohol y otras drogas.
- **Sentidos:** se hacen menos agudos al irse perdiendo las células nerviosas y por la exposición constante a ruidos altos.

Órganos:

- **Pulmones:** se reduce su eficacia al disminuir su elasticidad. Aumenta con tabaquismo, la contaminación del aire y la falta de ejercicio.
- **Corazón:** bombea con menos eficacia, dificultando el ejercicio, viéndose mas afectado por el consumo excesivo de alcohol y tabaco.
- **Hígado:** menor eficacia en el filtrado de toxinas de la sangre el abuso de alcohol e infecciones virales.
- **Circulación:** empeora y aumenta la presión sanguínea al endurecerse las arterias. También se afecta por arterioesclerosis y obesidad.
- **Articulaciones:** pierden movilidad (rodillas, cadera) y se deterioran debido al desgaste y presión constantes (la desaparición del tejido cartilaginoso entre las vértebras
- **Músculos:** pierden masa y fuerza. Se afectan más por falta de ejercicio y la desnutrición.

DEMENCIA SENIL

Se define demencia senil como el deterioro intelectual del anciano, gran parte de los adultos mayores de 65 años lo padecen, el cual también se relaciona con la ingesta de algún medicamento, factores genéticos que se inicia por disminución en la atención, y en la memoria, pérdida de habilidades simples como sumar, encontrar objetos perdidos, olvidarse donde se dejan las cosas; y en casos más avanzados, la desorientación.

La enfermedad de Alzheimer es de progresión lenta y conduce a la

muerte en un periodo de 5 a 15 años. No se conoce tratamiento para dicho padecimiento y en fechas recientes se está presentando también en personas relativamente jóvenes.

Las alteraciones del sueño, las depresiones producidas por la muerte de seres queridos, las enfermedades metabólicas e infecciosas y los efectos secundarios de algunos tratamientos son causas tratables de alteración mental. Esta última causa es muy importante puesto que los ancianos se encuentran polimedicados en incluso es muy frecuente que tomen una media de 13 medicinas diferentes cada año. Muchos de estos fármacos interaccionan entre sí, presentan efectos tóxicos, o se metabolizan poco a poco en los mayores, aumentando el riesgo de interferir con las funciones mentales.

ACTITUD HACIA LAS PERSONAS MAYORES

Las sociedades modernas tienen la obligación de garantizar a las personas mayores que tengan cubiertas sus necesidades básicas y dispongan de los recursos suficientes para seguir viviendo de forma útil y satisfactoria dentro de la comunidad.

VALORACIÓN GERIÁTRICA INTEGRAL CLÍNICA

Es la más complicada de cuantificar por la peculiar forma de enfermar del anciano: atípica e inespecífica.

- Exploración física.
- Exploraciones complementarias.

Siempre hay que realizarlas con tiempo y paciencia. Dentro de la valoración es importante considerar:

- Buena iluminación.
- Evitar ruidos que les distraigan.
- Hablar lento, alto y pronunciando de forma entendible.
- Hablar mirándolo a los ojos.
- Escribir las preguntas con letra grande.
- Dar más tiempo para que responda a las preguntas.
- Evaluar síntomas claves.

- Evaluar si hay depresión y/o alteración cognitiva.
- Preguntar a los acompañantes o cuidadores.
- Vigilar signos o síntomas no específicos.
- Poner atención a los problemas nuevos o cambios.
- Ver si existe somatización, depresión enmascarada.
- Volver hacerle la misma pregunta varias veces para identificar si cambia la respuesta.

Exploración física:

- Sistema respiratorio–cardiovascular:
  1. La frecuencia y el ritmo respiratorio regular con una frecuencia respiratoria de 15 a 20 respiraciones por minuto.
  2. Una frecuencia cardiaca de 70 a 80 latidos por minuto, salvo quienes son portadores de marcapasos.
  3. La capacidad para expectorar y mantener libres las vías respiratorias.
  4. Intercambio gaseoso adecuado para requerimientos vitales.
  5. Adecuada tolerancia al ejercicio.
- Sistema digestivo:
  1. Capacidad para elegir alimentos y bebidas adecuadas a sus discapacidades.
  2. Posibilidad de adquirir, manipular e ingerir los alimentos.
  3. Mantenimiento del apetito.
  4. Capacidad para compartir la comida con otros.
  5. Capacidad suficiente, orgánica de eliminación, urinaria, fecal y de transpiración. Valorar cavidad oral, piezas dentarias, salivación e higiene.
  6. Los hábitos eliminatorios e higiénicos se mantienen.
- Sistema genitourinario:
  1. Problemas de incontinencia o retención.
  2. Los hábitos higiénicos se mantienen.
- Sistema musculoesquelético:
  1. Posibilidad de desplazamiento autónomo y mantenimiento de una postura alineada.
  2. Agilidad de movimientos y mantenimiento de estos para poder realizar AVDH.
  3. Ser capaz de realizar actividades recreativas adecuadas.
  4. Desplazarse y relacionarse con el entorno.
  5. Mantener la movilidad suficiente que permita las relaciones sociales.

- Psicológicas:
  1. Capaz de llevar a cabo actividades recreativas y lúdicas, que permiten mantener su autoestima.
  2. Se sentirá bien consigo mismo por contribución a la sociedad.
  3. Expresar deseos y opiniones, y pertenecer a un grupo.
  4. Estabilidad y motivación emocional.
  5. Capacidad de razonar.
  6. Demuestra habilidad para solucionar situaciones referidas al aprendizaje y problemas.
- Valoración funcional: es la capacidad del paciente para realizar una serie de actividades que le permitan vivir de forma independiente.
  1. Actividades de la vida diaria humana (AVDH).

Cuestionario Barber

Este instrumento es esencial para detectar si el adulto mayor vive en riesgo.

1. ¿Vive solo?
2. ¿Se encuentra sin nadie a quien acudir si precisa ayuda?
3. ¿Hay más de dos días a la semana que no come caliente?
4. ¿Necesita de alguien que lo ayude a menudo?
5. ¿Le impide su salud salir a la calle?
6. ¿Tiene con frecuencia problemas de salud que le impidan valerse por sí mismo?
7. ¿Tiene dificultades con la vista para realizar sus labores habituales?
8. ¿Le supone mucha dificultad la conversación porque no alcanza a oir bien?
9. ¿Ha estado ingresado en el hospital?

CAMBIOS FISIOLÓGICOS EN EL EJERCICIO

Proceso degenerativo y enfermedades más frecuentes en el anciano

El ejercicio será de gran importancia pues mejorará la eficacia cardiaca, la capacidad respiratoria y mejorará la postura. Es importante estimar que las personas de edad avanzada llegan a rangos aeróbicos menores que para otros grupos; es necesario considerar la toma de frecuencia cardiaca para controlar la intensidad del ejercicio. Debido a la mayor fragilidad ósea por

la osteoporosis y a la propensión a las lesiones de ligamentos y tendones, las articulaciones no deben tener sobrecargas importantes. Debido a la falta de coordinación, se deben ejecutar ejercicios que puedan efectuar en forma apropiada para evitar que se produzcan frustraciones.

Un buen trabajo muscular localizado será de gran beneficio para la persona mayor, pues permitirá tonificar los músculos, mejorando su fuerza y movilidad, pero hay que extremar los cuidados de prevención de lesiones en cuanto a las posturas riesgosas. También es importante implementar periodos más largos de relajación durante los estímulos (p. ej., entre un ejercicio y otro dentro de una clase de gimnasia), incluyendo la elongación de paravertebrales cervicales y lumbares, debido a la frecuente contractura de dichos músculos por la posibilidad aumentada de artrosis. En general, se debe considerar lo siguiente:

- Programas de ejercicios menos exigentes por la menor capacidad de trabajo.
- Establecer periodos de descanso apropiado y no exigir esfuerzos continuos y prolongados que lleven a agotamiento.
- Considerar las temperaturas extremas.
- Es necesario un chequeo médico periódico para prevenir alguna enfermedad.
- La posibilidad de osteoporosis obliga a ciertos cuidados; un estilo de vida que incluya ejercicios físicos moderados en intensidad, previene la desmineralización del hueso.

Una actividad física reglada, continua y adecuada retrasará los perjuicios que presentan las personas por el proceso de envejecimiento fisiológico y mantendrán por mayor tiempo la utilidad de las personas de la llamada **tercera edad**.

Las personas mayores pueden beneficiarse más que nadie de los hábitos saludables. Nunca es demasiado tarde. Las mejoras físicas que se consiguen mediante hábitos saludables ejercen una influencia creciente en la calidad de vida. Los hábitos saludables mejoran la capacidad para reaccionar ante un accidente o una enfermedad.

Aparato cardiovascular: la función básica del sistema cardiovascular es conducir a los tejidos, el oxígeno y las sustancias nutritivas, así como eliminar los productos de desechos residuales, y acarrear sustancias como las hormonas, desde una parte del organismo a otras, además interviene en

la regulación de la temperatura.

Aumento de la frecuencia cardiaca

La frecuencia cardiaca es el número de latidos ventriculares por minuto, cuantificados en los registros de un electrocardiograma (ECG).

Los factores que afectan a la frecuencia cardiaca en forma general son:

- Edad.
- Peso.
- Reposo, trabajo o posición.
- Temperatura ambiental (según las horas del día).
- Durante el sueño.
- Periodo digestivo.
- Estado emocional.

Factores que afectan a la frecuencia cardiaca durante la actividad muscular:

- Estado físico.
- Duración e intensidad del trabajo.
- Temperatura ambiental.
- Humedad ambiental.
- Altura sobre el nivel del mar donde se efectúa la prueba.
- Grado de entrenamiento.
- Estado emocional.
- Aumento de la presión arterial al inicio del ejercicio.

Presión arterial: es la resistencia que ejercen las paredes arteriales al paso de la sangre, la cual es impulsada desde el ventrículo izquierdo.

El envejecimiento provoca cambios en la función miocárdica como en el sistema vascular periférico. Aunque la frecuencia cardiaca (FC) en reposo se altera poco con la edad, sí disminuye la frecuencia cardiaca máxima que se puede alcanzar con el esfuerzo.

Aún en las personas de edad sin manifestar enfermedad isquémica del miocardio, siempre se producen cambios cardiacos funcionales y estructurales con la vejez. En ese sentido, entre los 25 y 85 años de edad, el volumen sistólico llega a ser similar al del sujeto más joven, pero al aumentar el esfuerzo los incrementos en el volumen sistólico son más

reducidos, mientras los sujetos más jóvenes aumentan la fracción de expulsión con el esfuerzo, el anciano presenta sólo un incremento muy modesto, además en muchos se observa que disminuye la fracción de expulsión y se pueden apreciar anomalías regionales del movimiento de la pared ventricular.

Estos cambios relacionados con la edad producen una reducción de 58% en el gasto cardiaco en reposo, entre los 25 y 85 años.

La capacidad para aumentar la frecuencia cardiaca (FC) y el volumen sistólico durante cargas de trabajo (esfuerzo) moderado permite el incremento proporcional en el gasto cardiaco, pero la respuesta limitada de la FC y del volumen sistólico durante esfuerzos mayores resulta en una reducción de gasto cardiaco máximo, que en las personas de 65 años es de 20 a 30% menor que en adultos jóvenes. Además, después del ejercicio, la velocidad de retorno a la línea basal de FC, presión arterial, consumo de oxígeno y eliminación de dióxido de carbono, es más lenta en los ancianos.

La presión arterial en reposo, y durante el ejercicio, es también diferente en las personas de edad avanzada y la elasticidad de los principales vasos sanguíneos disminuye con la edad. La presión sistólica aumenta en reposo como durante el ejercicio en unos 10 a 40 mm Hg, la mayor parte de este incremento se presenta entre los 65 y 70 años de edad, con poco cambio en años siguientes.

La reducción del gasto cardiaco máximo produce que se reduzca la captación máxima de oxígeno y de la producción de trabajo. Las personas mayores de 75 años alcanzan captación máxima de oxígeno de 2 a 4 Mets (los Mets son de 7 a 14 mL por kg de peso corporal). Las personas menores de 75 años de edad pueden alcanzar captación máxima de oxígeno de 5 a 7 Mets (17.5 a 24 mL por kg). Los ancianos **atléticos** que supieron mantener una buena condición física durante toda su vida, alcanzan una captación máxima superior a 10 Mets.

Se denomina Mets a la unidad de medida de energía que consume una persona en reposo, esta se expresa en 3.5 mL de O_2/kg por minuto.

El acondicionamiento (entrenamiento) puede traer al anciano beneficios similares a los que produce en personas de menor edad. Aunque empezando en un nivel más bajo, la captación máxima de oxígeno puede incrementarse en ancianos sedentarios, por medio del entrenamiento de resistencia. Con una determinada carga de trabajo absoluto, habrá reducción en la frecuencia cardiaca, presión arterial y lactato sanguíneo después del entrenamiento. A pesar de eso, el desempeño miocárdico no

cambia durante el ejercicio. Aumenta el pulso del oxígeno (volumen de captación por cada latido cardiaco).

Además, el esfuerzo submáximo se resiste por más tiempo y la recuperación cardiovascular posterior al ejercicio es más rápida.

APARATO RESPIRATORIO

Al disminuir la movilidad de la pared torácica con la edad y al aumentar de manera simultánea la adaptabilidad pulmonar se incrementa en 20% el trabajo o esfuerzo necesario para vencer la resistencia elástica. El volumen residual aumenta de 30 a 50%, mientras que la capacidad vital disminuye entre 40 y 50% hacia los 70 años de edad. Estos cambios funcionales producen una dependencia de la frecuencia respiratoria aumentada, más que un aumento del volumen de ventilación pulmonar durante el esfuerzo, lo cual aumenta también el trabajo de la respiración.

ENFERMEDADES MÁS FRECUENTES EN EL ANCIANO

- Enfermedad vascular cerebral.
- Enfermedad de Parkinson.
- Espondilitis deformante.
- Enfermedad de Alzheimer.
- Artrosis.

Enfermedad vascular cerebral

Es una enfermedad vascular que afecta las arterias del cerebro o que llegan al cerebro. Por diversas causas las células del cerebro quedan sin oxígeno y pierden su función, esto tiene como secuelas cuadros de hemiplejía, trastornos del habla, entre otras.

Causas

Las enfermedades vasculares cerebrales se dividen en dos grupos: isquémicas (falta de sangre) y hemorrágicas.

En los trastornos isquémicos se produce una obstrucción del paso de la sangre al cerebro y en la mayor parte de los casos se produce arterioesclerosis. En otros casos, se debe a la llegada de un trombo desde otras partes del organismo, la más frecuente desde el corazón que se

denomina embolia.

La arterosclerosis es, en términos sencillos, un envejecimiento de las arterias que se vuelven más duras, es un proceso evolutivo donde se acumula el colesterol y otras grasas en la pared de estas arterias también las hace más estrechas llegando a obstruir casi por completo el paso de la sangre al cerebro, se forman coágulos (trombos) y es lo que se llama trombosis cerebral. Estos trombos pueden llegar a emigrar (émbolos) y por su tamaño llegan a arterias de menor calibre, por las cuales no pueden pasar, lo obstruyen por completo y producen lo que se denomina embolia cerebral (isquemia aguda), también puede ser que salgan desde el corazón siendo la más frecuente por una arritmia. Esta situación es muy grave, debido a que causa la muerte de las células cerebrales implicada en la isquemia y la pérdida irreversible de las mismas.

La causa más constante de la rotura de una arteria cerebral es la presencia de un aneurisma, esto se presenta cuando existe una dilatación permanente en una arteria causada por la debilidad de la pared.

Factores de riesgo: hipertensión arterial, enfermedades del corazón, diabetes, colesterol, lesiones e infecciones.

Tratamiento

El tratamiento es diferente para cada paciente, dependiendo de las causas de la enfermedad vascular cerebral.

El tratamiento inmediato es fundamental en el pronóstico del paciente. Existen fármacos que ayudarán en la disolución del trombo o a controlar el sangrado. El cuidado intensivo es muy importante en las primeras horas después de la enfermedad vascular cerebral.

Se iniciará de inmediato la rehabilitación con un equipo multidisciplinario de terapia física, fármacos y educación a la familia en el tratamiento del paciente.

El tratamiento de fisioterapia se iniciará después de las primeras 24 horas de producirse la enfermedad vascular cerebral, la rapidez con la que se inicie la terapia es primordial para lograr una pronta rehabilitación.

El tratamiento tiene sus bases en:

- Corregir posturas.
- Estimulación del lado afectado.
- Movilizaciones pasivas.
- Desarrollo de equilibrio en posición sentado.

- Ejercicios de sentarse y levantarse.

El objetivo de la terapia física es lograr que el paciente que sufre una enfermedad vascular cerebral vuelva a aprender actividades motoras simples, como caminar, sentarse, ponerse de pie, acostarse y cambiar de un tipo de movimiento a otro.

Enfermedad de Parkinson

Es un trastorno neurológico que se relaciona con rigidez de los músculos, dificultades para la ambulación, temblor y alteraciones en la coordinación de los movimientos.

Cuadro clínico

En ocasiones se presenta como una depresión anímica, tanto que la persona enferma o su familia puede consultar con un psiquiatra, pero con mayor frecuencia, comienza la enfermedad con temblor o rigidez. El temblor es esencialmente de reposo y en las manos, y adquiere la forma de contar monedas; cede o disminuye cuando se ejecuta una acción o cuando mantiene una postura. La rigidez se manifiesta por un aumento de la tensión muscular en los miembros y el cuello. Otra característica es cuando se manifiesta dificultad y lentitud en la iniciación y continuación de los movimientos voluntarios y automáticos (bradicinesia); además, resulta trabajoso levantarse de una silla o de una cama o girar en ésta. Existe disminución de los movimientos faciales del parpadeo y se entorpecen los movimientos de los dedos. Se presentan también alteraciones en la postura, se encorvan. Además, puede cambiar el tono y volumen de la voz pudiendo sonar ronca y monótona. La mitad de los pacientes tienen problemas con la deglución, pudiendo derramar comida o líquido de su boca. Otras manifestaciones pueden ser dificultades con la concentración, en el aprendizaje o para recordar nombres, depresión, estreñimiento, pérdida de peso y trastornos al dormir.

Causas

Las más importantes son la alteración progresiva del mesencéfalo (ganglios basales y área extrapiramidal), estas áreas son zonas nerviosas que controlan y coordinan los movimientos.

Otra de las causas es la disminución de la dopamina cerebral, la cual es

una substancia neurotransmisora que lleva impulsos de unas células a otras.

Síntomas

- Rigidez muscular.
- Temblor.
- Torpeza o falta de movimientos.
- Dificultades para la deambulación.
- Mala estabilidad al estar de pie (pendulan).
- Problemas para iniciar la marcha.
- Falta de expresión de los músculos de la cara.
- Movimiento de los dedos (como si estuvieran contando dinero).
- Boca abierta.
- Voz de tono bajo y monótono.
- Dificultan en movimientos finos (comer, escribir).
- Depresión, ansiedad.

Pronóstico

El parkinsonismo no tratado de manera adecuada es una enfermedad incapacitante y puede llevar a una muerte prematura. Los pacientes en tratamiento mejoran de los síntomas, la variabilidad de respuesta al tratamiento depende de cada paciente, por esta razón el pronóstico dependerá de la eficacia del tratamiento y de la respuesta de cada paciente.

Problemas a tratar

- Movimientos involuntarios.
- Náuseas y vómito.
- Sequedad en mucosas.
- Cambios en el comportamiento.
- Confusión mental.
- Alucinaciones.
- Pérdida de funciones mentales.

Tratamiento

Hasta el momento, la enfermedad de Parkinson no tiene cura y el tratamiento se basa en el alivio de los síntomas. La levodopa (L-DOPA) es el medicamento más efectivo para tratar esta enfermedad; es un fármaco

precursor de la dopamina, por lo que interactúa reponiendo las reservas agotadas de ésta. La levodopa actúa mejorando los tres signos fundamentales: rigidez, bradicinesia y temblor. También podrían utilizarse otros medicamentos como los antihistamínicos y antidepresivos.

- Se efectuarán sesiones de terapia prolongadas, que sean intensamente estimuladoras.
- Los movimientos deberán de ser lo más amplios posibles.
- El tratamiento postural y de control de centro de gravedad son básicos para poder emprender la marcha.
- La respiración y la fonación también tienen que ser estimuladas.
- Las sesiones de terapia tendrán que ser continuas, si se suspenden se puede perder lo ya avanzado.
- Adiestramiento funcional para las actividades de la vida diaria.

Espondilitis deformante

Es una afección frecuente de la columna vertebral que causa intensos dolores, por lo general, después de los 55 años de edad.

El dolor aparece con frecuencia en el reposo de la columna vertebral, así como también tiene relación con ciertas posiciones y posturas corporales incorrectas. Del mismo modo existe dolor a la rotación cervical que se irradia a los músculos del hombro y de la nuca. Problemas en las zonas correspondientes al plexo braquial, por la afectación de las raíces nerviosas lo cual produce parestesias, hipoestesias, debilidad y atrofia.

Cuadro clínico

La base del diagnóstico de la espondilitis son los síntomas referidos por el paciente y las alteraciones observadas por el médico en la exploración física. Con frecuencia se retrasa el diagnóstico porque se atribuyen los síntomas de la enfermedad a otros procesos más comunes que afectan a la región lumbar.

El dolor nocturno y la pérdida de movilidad en la región lumbar son manifestaciones precoces y comunes de la EA. Aunque la mayoría de los casos los síntomas comienzan en las zonas lumbar y sacroilíaca, suelen afectarse también los segmentos cervical y dorsal de la columna. La artritis también puede afectar a las grandes articulaciones periféricas (hombros y caderas) y también dedo gordo del pie y talones.

Algunos pacientes tienen inflamación ocular y, en los casos más graves, puede observarse afectación de las válvulas cardiacas. En ocasiones la espondilitis puede preceder al desarrollo de una enfermedad inflamatoria intestinal y algunos pacientes presentan fiebre elevada, fatiga, pérdida de peso y anemia.

Exploración

- Dolor en la rotación de la columna cervical.
- Contracturas musculares en la nuca y hombro.
- Pinzamientos en la interlínea articular.
- Esclerosis de los platillos intervertebrales.
- Osteofitos y puentes intervertebrales.
- Disminución y deformación del agujero de conducción (alteración de las raíces nerviosas).

Tratamiento

La gravedad de la afectación articular y el grado de manifestaciones sistémicas varían en gran medida de un individuo a otro. El diagnóstico precoz y preciso con el tratamiento adecuado puede minimizar el dolor y la incapacidad funcional.

El tratamiento médico se basa en los antiinflamatorios no esteroides. El tratamiento rehabilitador es esencial. La postura adecuada durante el sueño y en la deambulación, junto con ejercicios para la musculatura abdominal y paravertebral ayudan a prevenir las deformidades. Deben programarse ejercicios que mantengan la flexibilidad articular y ejercicios respiratorios para mantener la capacidad pulmonar. Es decisivo un tratamiento continuado. La espondilitis es un problema crónico que persiste a lo largo de toda la vida y algunos pacientes, a menudo, abandonan el tratamiento con el resultado de deformidades posturales permanentes y pérdida de la movilidad.

Enfermedad de Alzheimer

Es la causa de demencia más frecuente en la población anciana. Su forma de presentarse se caracteriza por la aparición de trastornos mentales: ideas de persecución, alteración de la memoria, desorientación temporoespacial, problemas de comprensión de lenguaje y conversación incoherente.

Cuadro clínico

La enfermedad comienza usualmente entre los 40 y 90 años de edad. El síntoma inicial acostumbra ser una disminución de la memoria para los hechos recientes y de la capacidad de concentración, a la que de manera imperceptible se suman dificultades progresivas para la expresión y comprensión del lenguaje; desorientación espacial, no reconociendo bien el lugar donde se encuentra.

Consciente de su menoscabo, tiene cambios del humor, pudiendo estar ansioso y deprimido. La dependencia de una persona que esté a su lado es cada vez mayor. Los hábitos que tenía, las actividades sociales y de ocio que realizaba antes, han perdido su valor, mostrándose aburridos y decaídos. En un pequeño porcentaje de casos y sólo en los estadios avanzados se producen alteraciones del sistema motor, como rigidez, marcha con pequeños pasos. La evolución de la enfermedad es hacia la demencia. Por último, se pierde la capacidad de percepción, de hablar y de moverse, con incontinencia urinaria y fecal, terminando en estado vegetativo.

La enfermedad es inexorablemente progresiva. La muerte suele acontecer, como consecuencia de las complicaciones; por ejemplo, neumonía u otras infecciones, de los 4 a 10 años del inicio del trastorno.

Diagnóstico

Se realiza por medio del cuadro clínico, pues el diagnóstico definitivo sólo puede realizarse mediante un estudio histológico de muestras cerebrales (autopsia o biopsia).

- Inicio súbito y empeoramiento progresivo.
- Trastorno de la memoria, sobre todo en cuanto a la retención y recuerdo de hechos recientes, en especial al inicio de la enfermedad.
- Inicio después de los 60 años de edad.
- El examen neurológico no presenta signos de focalización, como alteraciones de la marcha, incoordinación de movimientos o alteración en los reflejos.

Aunque la enfermedad de Alzheimer se caracteriza por un deterioro progresivo de las funciones intelectuales, la evolución del cuadro es muy variable. En algunos casos se produce una evolución muy rápida (menos de un año), en otros el deterioro de las funciones intelectuales se prolonga

más de 15 años, por tanto, la enfermedad tiene tres estadios evolutivos: leve, moderado y grave.

Estadio I (leve): tiene una duración aproximada de 2 a 4 años y se observa:

- Alteración de la memoria.
- Dificultad para aprender cosas nuevas.
- Discreta pérdida de la memoria remota (problemas para recordar cosas aprendidas hace tiempo).
- Desorientación espacial, no reconoce bien el lugar donde está.
- Cambios de humor y síntomas de depresión con apatía.

En esta fase el lenguaje, las habilidades motoras y la percepción se conservan. El paciente es capaz de mantener una conversación.

Estadio II (moderado): presenta una duración de 2 a 10 años y se producen alteraciones más importantes de la función cerebral con la aparición de los siguientes síntomas:

- Afasia (dificultad en el lenguaje).
- Apraxia (dificultad para realizar funciones aprendidas como vestirse, comer, entre otros).
- Agnosia (pérdida de la capacidad de reconocimiento).
- Descuida su higiene personal.
- Las manifestaciones neurológicas se hacen notables con la debilidad muscular.
- Aparecen signos psicóticos con alucinaciones e ilusiones.
- La dependencia de un cuidado es cada vez mayor.

Estadio III (grave):

- Los síntomas cerebrales se agravan, se acentúa la rigidez muscular, así como la resistencia al cambio postural, pueden aparecer temblores y hasta crisis epilépticas.
- Los pacientes se muestran apáticos, pierden las capacidades automáticas adquiridas como lavarse, vestirse, comer, caminar, entre otras.
- Presentan una cierta pérdida del control de esfínteres.
- Los pacientes terminan postrados en cama, con alimentación asistida y suelen fallecer por neumonía, infección sistémica u otra enfermedad accidental.

En la actualidad no existe un tratamiento eficaz para esta enfermedad y todos los esfuerzos se dirigen en aplicar medidas generales; que el paciente

no pierda su fuerza muscular, se le programan ejercicios de acuerdo al avance de su enfermedad, además de apoyar a la familia, ya que la evolución de la enfermedad en la mayor parte de los casos, es muy larga y difícil de tolerar por los familiares.

Tratamiento

En la actualidad, ninguno de los tratamientos probados ha mejorado de manera significativa a las personas que padecen la enfermedad; y todos los esfuerzos están dirigidos al alivio de los síntomas, utilizando distintos medicamentos a medida que estos vayan surgiendo. Algunos consideran que es una enfermedad de carácter familiar, puesto que observar el continuo padecimiento del enfermo ocasiona un estado de tensión permanente, por tanto en una terapia completa es importante considerar las necesidades de la familia, apoyándola emocionalmente y asesorándola con programas educativos sobre esta enfermedad con el fin de proporcionar un ambiente cómodo y seguro en el hogar.

El médico debe contribuir a la consecución, para el enfermo, de un adecuado apoyo humano y hacer ver la necesidad de que el paciente mantenga sus contactos sociales.

Artrosis

Es una enfermedad articular que se produce por fibrosis o degeneración de la misma. Se presenta en personas de edad avanzada y afecta a las articulaciones de la columna vertebral, las caderas, rodillas, manos, entre otras.

La mayoría de las personas mayores de 70 años de edad, presentan síntomas de artrosis en alguna articulación, por lo menos; el dolor y la alteración de la movilidad son los síntomas principales.

Causas

La degeneración del cartílago articular por la edad es la primera causa, aunque la presencia de alteraciones de ciertas proteínas que se transmiten en forma hereditaria producen una degeneración prematura del cartílago.

La artrosis afecta con mayor frecuencia a mujeres que a hombres. La obesidad y la talla son factores predisponentes para la artrosis.

La presencia del dolor articular y la falta de movilidad de una persona mayor de 55 años hace presumir que el diagnóstico es artrosis. Es un dolor

que aparece con el movimiento articular o con el ejercicio, y que mejora después del descanso.

El objetivo del tratamiento es mejorar la movilidad de las articulaciones y disminuir el dolor, esto puede ser mediante un programa de ejercicios para mantener la función articular. En casos graves se recomienda la artrodesis, que es la fijación de la articulación, es decir, pérdida de la función de la articulación, pero mejorará el dolor; esta cirugía sólo es para casos muy extremos.

Tratamiento

El tratamiento tiene como objetivo principal calmar el dolor y recuperar la movilidad de las articulaciones. El tratamiento en fisioterapia es calor, masaje de relajación y movilización. Al igual que todos los padecimientos la constancia de los ejercicios es un factor esencial para la mejoría.

Sexualidad en el adulto mayor

Ocupa un papel muy importante en la vida del adulto mayor, lo cual no deja de ser activa por el hecho de que existan cambios fisiológicos y psicológicos respectivos a la edad avanzada, aunque sí que se modifica.

En sociedad mexicana contribuye con su cultura, considerando inadmisible y ridícula la sexualidad en edades avanzadas, creando una serie de estereotipos y mitos dentro de la población. Se puede entender el sexo como una parte de la personalidad total, algo que aparece en los seres humanos y se mantiene hasta la vejez.

El sexo cambia en su presentación a lo largo de la vida, tanto por factores psicológicos, sociales y biológicos. Los adultos mayores y la actividad sexual normal pueden hacerse difícil por algunos problemas fisiológicos y orgánicos acumulados, aunque sus deseos sexuales y sus necesidades de afecto continúan. El deseo sexual humano llega a estar más relacionado con motivaciones emocionales que genitales.

En la vejez, al igual que en otras etapas evolutivas, el impulso sexual se sitúa en el límite de lo psicosomático; no se conoce con exactitud la forma en que está condicionado por el organismo. Sólo se ha comprobado que las reacciones a los estímulos eróticos son más raras, lentas o inexistentes.

A pesar de los cambios psicológicos y fisiológicos, pocos son los adultos mayores que se atreven a preguntar por problemas sexuales y a la mayoría les da vergüenza.

La función sexual en la población geriátrica, necesita una visión global. Siempre es recomendable permitir la expresión individual de las necesidades y aplicar un tratamiento a través de recomendaciones y educación cuando sea posible. Pues en esta etapa de la vida, tanto de la mujer como del hombre, son pocos los que logran darse la oportunidad de vivir el amor, o sexualidad, por el hecho de hacer creer a la sociedad que a esa edad es mal visto o no corresponde hacerlo o sentirlo, incluso se piensa que en esta etapa ya no se tiene ningún deseo.

Ha de saberse que el impulso sexual no desaparece, pueden presentarse dificultades físicas que lo limitan o imposibiliten; sin embargo, es importante recordar que la sexualidad en los adultos mayores se encuentra allí, quizá restringida por las dolencias físicas, o reprimida, pero el acto de la seducción siempre estará presente.

El sexo desempeña un papel importante en el mantenimiento de la salud y es significativo para todas las poblaciones adultas. Para un adulto mayor que no pueda tener relaciones sexuales es más relevante la compañía y muestras de cariño que la misma relación sexual.

BIBLIOGRAFÍA

Morley JE: *A brief history of Geriatrics*. J Gerontol Med Sci, 2004;59A:1132-1152.

Grimley Evans J: Geriatric medicine: a brief history. Brit Med J, 1997 Oct 25;315(7115):1075-1077.

Leal- Mora D, Flores Castro M, Barbosa C: La geriatría en México Investigación en la Salud,. México: Centro Universitario de Ciencias de la Salud, 2006;VII(3):185-190.

Geriatric Medicine training and practice in the United States at the beginning of the 21st century. EUA: The Association of Geriatric Academic Programs, julio, 2002.

Sociedad Española de Geriatría y Gerontología: Recursos Sanitarios. En: *Geriatría Siglo XXI. Análisis De las necesidades y recursos en la atención de personas Mayores en España*. Madrid: Editores Médicos, 2000:209-267.

CAPÍTULO 7

Agentes físicos

INTRODUCCIÓN

La medicina de rehabilitación puede entenderse como la interfase entre la medicina clínica y el propósito activo de la recuperación funcional, que puede obtenerse a través de agentes físicos.

La medicina física también es conocida por utilizar agentes y técnicas de naturaleza física para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades. Dentro de los agentes físicos utilizados en los procedimientos terapéuticos se encuentran el agua, frío, luz y electricidad; así como agentes mecánicos (mecanoterapia).

En fisioterapia, la medicina de rehabilitación se define como el empleo de todos los agentes físicos en los diferentes aspectos de la medicina (diagnóstico, terapéutico y preventivo). Holser la define como ciencia o parte de la medicina que utiliza agentes y técnicas de naturaleza física para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades. Krussen plantea que constituye una rama de la medicina que utiliza agentes físicos como luz, calor, agua y electricidad.

Los agentes físicos cuando se utilizan mal deben considerarse como elementos con capacidad dañina para el organismo. Se pueden derivar muchos accidentes que desencadena la excesiva o inadecuada exposición al calor, al frío y a formas más específicas de energía, como la radiación ultravioleta, o los accidentes provocados por corriente eléctrica, las cuales en su mayoría provocan quemaduras.

Es muy importante conocer los riesgos para poder establecer los límites de la tolerancia y los padecimientos de algunos pacientes, como diabetes o hiposensibilidad, en donde se debe tener especial cuidado para realizar la aplicación adecuada.

Clasificación de los agentes físicos

1. **Agentes ionizantes:** están formados por radiaciones constituidas por campos de materia, denominadas corpusculares (protones, electrones, partículas α, etcétera), y de igual forma por radiaciones conformadas por campos electromagnético, también denominadas no corpusculares (rayos X y radiación γ). Su interacción con la materia produce la ionización de los átomos que la componen.
2. **Agentes no ionizantes:** se emplean en medicina física. En ellos se incluye el resto de los agentes físicos, naturales y artificiales, cuando interactúan con el material biológico no produce ionizaciones atómicas, pues la energía que transmiten al medio es suficiente para ello.
3. **Agentes naturales:** helioterapia, talasoterapia, balneoterapia.
4. **Agentes artificiales:** termoterapia, hidroterapia, luminoterapia, electroterapia, magnetoterapia, ultrasonido, alta frecuencia.
5. **Agentes térmicos:**
   - **Superficiales:** compresas calientes, parafina, rayos infrarrojos.
   - **Profundas:** ultrasonidos, diatermias.

AGUA

El agua es un líquido transparente, incoloro, insípido e inodoro cuando se obtiene en su mayor grado de pureza. Ocupa las tres cuartas partes de la superficie del globo terrestre, forma mares, ríos, lagos, etcétera. Está compuesta por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno (H_2O).

El agua es uno de los elementos más abundantes de la naturaleza, se encuentra en los tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Las aguas naturales no son puras, pues contienen gran número de sustancias en disolución como gases, sobre todo los del aire (anhídrido carbónico, oxígeno y nitrógeno), sustancias minerales sólidas (carbonato de calcio, sulfato de calcio, cloruro de sodio, entre otros), y sustancias orgánicas (albúmina, microorganismos, entre otras).

Propiedades físicas

El agua posee un punto de ebullición, de fusión, calor de vaporización y de tensión superficial más elevados, que otros hidruros comparables. Todas estas propiedades indican que en el agua las fuerzas de atracción entre las moléculas, y por tanto su cohesión interna, son relativamente elevadas. El calor de vaporización es una medida directa de la cantidad de energía necesaria para superar las fuerzas de atracción entre las moléculas

adyacentes en un líquido, de modo que las moléculas individuales puedan separarse unas de otras y pasar al estado gaseoso (cuadro 7–1).

Cuadro 7–1. Propiedades del agua	
Densidad	0.99987 g/mL a 0 °C 1.00000 g/mL a 4 °C 0.99707 g/mL a 25 °C 0.95838 g/mL a 100 °C
Calor de fusión	6.008 kj/mol a 0 °C
Calor de evaporación	44.94 kj/mol a 0 °C 44.02 kj/mol a 25 °C 40.67 kj/mol a 100 °C
Calor específico Hielo (-3 °C) Agua (14.5 °C) Vapor (1 000 °C)	 2.092 J/g °C 4.184 J/g °C 1.841 J/g °C

Propiedades químicas

El agua es un cuerpo muy estable, el cual se descompone en hidrógeno y oxígeno entre 1 000 y 1 800 °C. Sólo pueden descomponerla los cuerpos que tienen gran afinidad por el hidrógeno o por el oxígeno. El flúor la descompone en frío. Con el cloro y el bromo, la reacción es reversible. El carbono al rojo la descompone, con formación de óxido de carbono (CO). Esta propiedad se utiliza en la fabricación del gas de agua.

Enlace del hidrógeno en el agua

Consiste en una unión electrostática compleja. Los enlaces de hidrógeno son débiles de manera relativa, comparados con los enlaces covalentes. Se calcula que los enlaces de hidrógeno en el agua líquida poseen sólo una energía de enlace de unas 4.5 kcal mol/L (kilo calorías mol/litro) comparados con los de enlace covalente.

Otra propiedad importante de los enlaces de hidrógeno es que su fortaleza es máxima, cuando los dos grupos que interaccionan están orientados de modo que proporcionan el máximo de atracción electrostática. También los enlaces de hidrógeno poseen una longitud de enlace característica, la cual difiere de un tipo de enlace de hidrógeno a otro, que depende de la geometría estructural y de la distribución electrónica en las moléculas unidas. En el hielo, por ejemplo, todas las moléculas de agua se encuentran unidas mediante enlaces de hidrógeno.

Estructura del agua líquida

En el agua líquida, cada molécula de agua a 0 °C se encuentra unida en cualquier momento, por término medio, a otras 3.6 moléculas de agua, la distancia media oxígeno-oxígeno es sólo ligeramente mayor que en el hielo, cerca de 0.29 nm a 15 °C y 0.305 nm a 83 °C.

El agua líquida presenta una ordenación considerable en un radio pequeño, aunque esta estructuración no se extiende a gran distancia. El agua líquida está aún muy ligada por puentes de hidrógeno a 100 °C. A la vez que es fluida, el agua líquida a la vez que es fluida, se encuentra también dotada en su mayoría de enlaces de hidrógeno.

Se proponen muchos modelos para la estructura del agua líquida, pero ninguno de ellos se ha comprobado de manera experimental. Los modelos más sencillos sugieren que el agua líquida está constituida por agrupaciones de moléculas de agua semejantes al hielo, en equilibrio lábil con modelos de agua libres. Otros modelos proponen que el agua líquida contiene tres o más tipos de componentes unidos por enlaces de hidrógeno. Un nuevo tipo, el modelo continuo, sugiere que, aunque la mayor parte de los enlaces de hidrógeno existentes entre las moléculas del agua en el hielo a 0 °C, permanecen sin romperse cuando se funde el hielo; sin embargo, experimentan distorsiones, es decir, propenden a diferentes ángulos desde la configuración lineal más estable. Cuanto mayor es la temperatura del agua líquida, mayor es la distorsión y la inestabilidad. En este modelo, las propiedades individuales de la vida corta de las moléculas de agua, aunque poseen esta gran proporción de enlaces de hidrógeno, se desvían de modo significativo de la estructura reticular cristalina del hielo.

Tipos de agua

Agua potable: el agua está bien aireada, no contiene materias orgánicas ni se lleva a una disolución a más de 0.75 g de sustancias minerales por litro.

Agua pura: para obtener esta agua hay que eliminar las sustancias que contiene en disolución, lo cual se logra destilándola.

Agua de cristalización: sal cristalizada, que suele fijar agua en una proporción definida.

Agua fuerte: es una solución de ácido nítrico en escasa cantidad de agua, que posee gran actividad para la disolución de la plata y de otros metales.

Agua mineral: agua de composición muy compleja, en algunos casos contiene hasta 25 elementos minerales distintos, brota de los manantiales a temperaturas que pueden oscilar entre 1, 5, 20 °C. En este tipo de aguas se encuentran las ferruginosas, bicarbonatadas, sulfurosa, carbogaseosas, radioactivas, sulfatadas, entre otras.

Agua oxigenada: es un líquido incoloro, viscoso, sin olor y de sabor metálico. Se puede encontrar en la atmósfera, agua pluvial, nieve, y quizás en la saliva, el sudor y otras secreciones orgánicas.

Agua pesada: líquido cuyos átomos de hidrógeno son más pesados que los del agua común.

Agua regia: es la mezcla de tres partes de ácido clorhídrico y una de ácido nítrico.

Agua delgada: es la que contiene pocas sales.

Agua dura: es la que contiene muchas sales cálcicas y magnésicas, además degrada el jabón.

Principios mecánicos

La inmersión de un cuerpo en el agua produce tres factores físicos: factor hidrostático, hidrodinámico e hidrocinético.

Factor hidrostático: se basa en el principio de flotación definido por Arquímedes y el factor de compresión definido por Pascal. Este es el factor que hace flotar en el momento de introducción al agua. Los cuerpos pesan menos, se pueden mover mejor y permite realizar movimientos pasivos asistidos de la zona que se encuentre sumergida, lo cual ayuda a mejorar la movilización.

Factor hidrodinámico: todo cuerpo que se sumerge en el agua y se mueve sufrirá una resistencia al movimiento 900 veces mayor que la opuesta por el aire a ese mismo movimiento. Es importante considerar la naturaleza del medio, que va a depender de cuatro factores esenciales: fuerza de cohesión intermolecular, la tensión superficial, la viscosidad del líquido y la densidad.

Este factor hidrodinámico indica que cuando se introduce un cuerpo en el agua y éste se mueve dentro, va experimentar una diferencia de presiones que generan turbulencias, las cuales hacen más difícil el movimiento dentro del agua, esto conlleva a la resistencia generada por fortalecer y potenciar músculos débiles.

Factor hidrocinético: se refiere a la utilización del agua con una presión

determinada, como son los chorros y las duchas. Dependerá de la presión utilizada en el agua, del ángulo y de la resistencia a la presión que genera en el cuerpo.

Principios térmicos

Los principios térmicos están relacionados con las formas de propagación e intercambio de calor entre el cuerpo y la temperatura.

Factor químico: cuando se añaden al agua sustancias que magnifican las acciones terapéuticas.

Efecto térmico del agua en terapia:

- Se aplica a cualquier técnica de frío o calor.
- La penetración en los tejidos es superficial.
- Depende mucho el efecto del tiempo de aplicación.
- Considerar las características de los tejidos y sensibilidad individual.

Efecto fisiológico del agua en terapia:

- La temperatura idónea para su aplicación es de 36.5 y 40.5 °C.
- Produce analgesia y relajación.
- Aumenta la temperatura local.
- Tiene efecto sedante.
- Antiespasmódico.
- Aumenta la elasticidad del tejido conjuntivo.

Existen dos tipos de técnicas de aplicación: 1)Técnicas sin presión: lavados, afusiones, envolturas, compresas, fomentos y baños, tinas galvánicas; 2) Técnicas con presión: duchas, chorros, baños de remolino, masaje subacuático, tina de Hubbard.

Terapia en piscina o alberca: tanques (aquaerobics), piscina terapéutica (marcha, ejercicios).

Efectos secundarios:

- Vasodilatador y aumento de flujo sanguíneo.
- Antiespasmódico y relajante muscular.
- Disminuye rigidez articular.
- Calentamiento para favorecer el ejercicio.
- En el desbridamiento de heridas y quemaduras.
- Antiinflamatorio.
- Disminuye contracturas.

Contraindicaciones:

- Proceso infeccioso agudo.

- Proceso inflamatorio agudo.
- Insuficiencia coronaria.
- Insuficiencias venosas agudas y graves.
- Incontinencia fecal.

El hombre cuando se sumerge en el medio acuático experimenta la acción de nuevas leyes físicas, que modifican su comportamiento. Estas leyes de la inmersión y las fuerzas que actúan sobre el cuerpo sumergido son el fundamento del uso de la hidroterapia en el tratamiento de diversos tratamientos. Por tanto, son las responsables de los efectos mecánicos producidos por la hidroterapia.

En el agua, la suma de todas las fuerzas físicas inherentes a lo inmerso (factores hidrodinámicos-hidrostáticos) va a dar como resultado un medio físico apropiado para realizar ejercicios, minimizando la carga sobre articulaciones y músculos siendo la base del ejercicio terapéutico en el agua. Todos los factores físicos implicados en la inmersión producida en el organismo por la hidroterapia, el más importante es la presión hidrostática, tienen como base del principio de flotación o de Arquímedes. Gracias a este principio, el cuerpo parece pesar menos dentro del agua que en el aire y existe una mayor facilidad para realizar la actividad física.

Ley de Arquímedes. El empuje que un fluido ejerce sobre un cuerpo inmerso en él es igual al peso del fluido desalojado.

Presión hidrostática. La presión de un líquido en reposo sobre el fondo del recipiente que lo contiene es igual a su peso específico por la profundidad.

Principio de Pascal. La presión aplicada en cualquier parte de un fluido confinado se transmite sin disminución en todas direcciones. La fuerza ejercida por el fluido actúa en ángulo recto sobre cada porción de la superficie del recipiente y es igual en áreas iguales (cuadro 7-2).

Cuadro 7–2. Efectos fisiológicos del agua

	Frío	Calor
Sistema vascular	↓ Vasoconstricción de la circulación	↑ Vasodilatación de la circulación
Presión sanguínea	Aumentada	Disminuida
Corazón	↓ Bradicardia del volumen sistólico	↑ Taquicardia del volumen sistólico

Sangre	↑ Su concentración ↑ Su viscosidad ↑ Leucocitos ↑ La glucemia ↑ El tiempo de coagulación baja su PH	↑ Su disolución ↓ Su viscosidad Leucocitos general ↓ La glucemia ↓ El tiempo de coagulación ↑ Su PH
Respiración	↑ Inspiración profunda inicial, luego hay polipnea la tensión alveolar del CO medida que desciende la temperatura[2a]	↓ Inspiración profunda si el estímulo es breve la tensión alveoar del CO por la polipnea[2]
Aparato urinario	↑ La diuresis ↑ Reacción ácida del ácido úrico	La diuresis Reacción alcalina, el amoniaco, el ácido úrico, la urea y creatinina
Piel	↑ Su resistencia eléctrica ↑ Vasoconstricción cutánea	↓ Su resistencia eléctrica Vasodilatación cutánea
Músculos	↑ El rendimiento y suprime la fatiga	Fortalece y hace desaparecer la fatiga
Sistema nervioso	Estímulos prolongados disminuyen la potencia favorecen la relajación muscular	Relajación muscular. ↓ La sensibilidad cuando la aplicación es prolongada
Sistema nervioso vegetativo	↓ Tono simpático	↑ El tono parasimpático
Metabolismo	↑ La velocidad de las reacciones	↓ La velocidad de las reacciones

HIDROTERAPIA

La hidroterapia es el empleo del agua con fines terapéuticos, es uno de los métodos más antiguos utilizados en el tratamiento de las disfunciones físicas. Las civilizaciones antiguas utilizaron, desarrollaron y difundieron la hidroterapia como método terapéutico y nos dejaron abundantes testimonios de ello. Pero no es sino hasta después de la Segunda Guerra Mundial cuando se racionaliza su uso y adquiere un lugar importante en la medicina de rehabilitación, especialmente en los tratamientos del gran déficit neurológico, particularmente la poliomielitis. La hidroterapia ha ido desarrollándose y adquiriendo mayor auge en la actualidad, debido al reconocimiento del agua como verdadero método terapéutico en sus múltiples campos de aplicación.

Técnicas de aplicación

Por regla general, los pacientes que se les indicó hidroterapia, en cualquiera de sus modalidades, deben presentarse bañados, si es en tanque terapéutico se presentarán con traje de baño (de una pieza), gorra de baño, sandalias de hule, toalla grande y jabón de uso personal. Se le debe preguntar si es alérgico al cloro y revisar si presenta algún tipo de micosis

o enfermedades de transmisión de contacto, revisar la higiene de uñas de pies y manos. La temperatura del agua debe ser entre los 28 a 30 °C y la duración del tratamiento de 15 a 30 min, podría aumentarse de manera gradual.

En las tinas de Hubbard, el procedimiento es muy similar al del tanque terapéutico, debido a que el paciente se sumerge por completo, el ingreso a la tina puede ser por medio de grúas si hiciera falta y se recomienda, al igual que en la tina de remolino (para miembros superiores e inferiores), agregar al agua (solución de povidona yodada, isodine, betadine) en el momento del tratamiento, además entre cada paciente lavarlas muy bien y desinfectarlas. La temperatura de estas últimas varía entre los 38 a 40 °C y la duración del tratamiento, de 15 a 20 min.

Para pies y manos, si la terapia tiene que ser en casa, se puede hacer en un recipiente con agua caliente, con la mayor temperatura que el paciente tolere (tener cuidado en pacientes con alteraciones de sensibilidad), y pedirles que realicen su rutina de ejercicios dentro del agua.

CALOR

Naturaleza del calor

Hasta mediados del siglo XIX, el calor fue considerado como un fluido llamado calórico. En ese sentido, al quemarse un trozo de madera, se producía gran cantidad de calor. Se supuso además, que el calor podría transferirse de una sustancia caliente a otra menos caliente. Al enfriarse un cuerpo, perdía calor.

En el año 1800, Rumford observó la fabricación de cañones. Para enfriar el barreno, el hueco del cañón se llenaba de agua que hervía varias veces en el proceso. Rumford concluyó que este calor producido sin límite, se debía sólo a la fricción. Entonces no era una sustancia, sino que estaba relacionado con el movimiento del barreno sobre el cañón.

Joule descubrió 40 años más tarde, y después de varios experimentos, que cierta cantidad de energía mecánica producía siempre la misma cantidad de calor. Los experimentos de Rumford y Joule demostraron que la energía mecánica y el calor son equivalentes, además que el calor es una forma de energía.

Por definición, el calor o energía térmica es la energía que por sí misma se transmite de los cuerpos (o lugares) que están a mayor temperatura a los de menor temperatura. Cuando dos cuerpos de diferente temperatura se

ponen en contacto, la energía cinética de las moléculas se transmite del cuerpo más caliente al más frío, hasta que de modo eventual la energía cinética media de cada molécula de un cuerpo sea la misma que la del otro, es decir, cuando ambas temperaturas se igualan.

La temperatura es una medida de la energía cinética media de cada molécula, la cual puede medirse, entre otras cosas, por el aumento de volumen del cuerpo.

La temperatura normal del cuerpo humano es entre 36 y 37 °C, existe un control a nivel de sistema nervioso central que controla esta temperatura y el factor más significativo es el equilibrio entre la producción y el desgaste calórico del cuerpo.

Otro factor también importante para la producción de calor, es la combustión metabólica a través de la oxigenación celular que está principalmente ligada con la circulación sanguínea como portadora del factor oxígeno y origina la actividad cardiaca con motor de dicha circulación.

Para la producción calórica es también de suma importancia la actividad muscular que puede aumentar, de manera considerable, la temperatura corporal por un mecanismo de contracciones rápidas conocido como calosfrío.

Existe una relación importante entre el balance calórico del cuerpo y las condiciones ambientales pueden repercutir de manera favorable o no en el organismo, según sea el caso, por ejemplo estando a una temperatura menor de 19 °C, el cuerpo pierde mucho calor produciendo una vasoconstricción periférica y cuando es superior a los 32 °C provoca evaporación gradual y es cuando se produce sudoración.

Definiciones básicas

Termoterapia: aplicación de calor o frío como agentes terapéuticos.

Calor: es la energía total contenida en los movimientos moleculares de un determinado material.

Temperatura: es la velocidad o energía cinética del movimiento molecular de algún material.

Calor específico: es la cantidad de calor que se necesita para elevar en un grado la temperatura en una unidad de masa.

Termogénesis: la producción de calor propia del organismo por las funciones que realiza, por ejemplo: metabolismo celular, ejercicio.

Termólisis: pérdida de energía térmica del cuerpo al exterior.

Contraindicaciones y precauciones

- Problemas de sensibilidad.
- Problemas severos en la circulación.
- Hemorragias.
- Neoplasias malignas.
- Embarazo.
- Fiebre.

Existen contraindicaciones generales para cualquier aplicación de calor y específicas para cada caso. Siempre debe evaluarse en cada caso la sensibilidad térmica y la circulación en cada paciente.

En la mayoría de las aplicaciones la dosimetría no es exacta y se debe preguntar al paciente si hay molestias o poca tolerancia al calor y si existen problemas de sensibilidad revisar de manera constante al paciente.

Las aplicaciones sobre zonas en las que existe un proceso neoplásico pueden aumentar la tasa de crecimiento tumoral y el riesgo de producción de metástasis. También sobre heridas, estén o no infectadas, por el riesgo de quemaduras. Es importante tener mucho cuidado en las aplicaciones sobre piel reciente e injertos, en enfermedades vasculares periféricas o en cualquier afección que altere la distribución de calor interno.

Transferencia de calor

El calor puede trasmitirse por tres modos:

Conducción. La conducción de calor por los sólidos es diferente para todos. Es mejor en los metales y, por lo general, difícil en los cuerpos no metálicos. Los gases y líquidos son los peores conductores de calor, al igual que algunos materiales como el corcho, la lana, entre otros.

Es una transferencia de energía por colisiones moleculares, para que se realice, las mismas moléculas deben estar en contacto. Las moléculas de mayor tamaño le transfieren calor a las de menor tamaño.

Convección. Es cuando existe un movimiento real en un fluido y se genera una corriente natural para un cambio de densidad, o provocada en el empleo de un elemento mecánico (ultrasonido).

Radicación. Es la transferencia de calor por ondas electromagnéticas, sin necesidad de que exista un contacto entre las moléculas.

Fuentes de calor

El calor se obtiene de diversas fuentes: el sol, las reacciones nucleares, la combustión de la leña, el carbón, el petróleo, el gas, el fuego producido por frotación, por ejercicio físico. El cuerpo humano toma su energía de los alimentos que consume, esa energía se mide como calor.

Usos más frecuentes del calor

El calor se utiliza para el cultivo de plantas en los invernaderos, para la fundición de minerales en los altos hornos, para aumentar la temperatura en los hogares, para el funcionamiento de motores en los transportes terrestres, marítimos y aéreos, para la cocción de los alimentos; para el tratamiento y curación de diversas enfermedades.

LEYES DE TERMODINÁMICA

El estudio de las relaciones cuantitativas entre el calor y otras formas de energía se llama **termodinámica**. Los experimentos de Rumford y Joule permiten que se cree la primera ley: “Cuando el calor se convierte en otra forma de energía, o cuando otras formas de energía se convierten en calor, no hay pérdida de energía. Esto es que la energía mecánica y la térmica son interconvertibles sin pérdida”.

Para transferir energía térmica de una fuente de baja temperatura a un receptor térmico de mayor temperatura, se requiere trabajo. Este tipo de transferencia térmica se realiza en refrigeradores y aparatos de aire acondicionado. Estas observaciones pueden resumirse en la segunda ley: “Es imposible que un motor transfiera calor de un cuerpo a otro de mayor temperatura, a menos que se realice trabajo sobre el motor. Esto es: es imposible construir una máquina térmica que continuamente transforme en trabajo todo el calor que reciba; por lo tanto, es imposible construir una máquina que, sin recibir trabajo, lleve calor de una fuente fría a una caliente”.

Ley de Joule

James Prescott Joule estudió los efectos caloríficos de una corriente eléctrica. De los resultados de sus experimentos formuló la ley que permite calcular la cantidad de calor desarrollada en un conductor, por el cual

circula una corriente. La siguiente afirmación se conoce como Ley de Joule: “El calor desarrollado en un conductor es directamente proporcional a la resistencia del conductor al cuadrado de la corriente y al tiempo que dura dicha corriente. Esto es: el calor que se obtiene de un conductor en la unidad de tiempo es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad de la corriente”. Es necesario saber que 1 cal = 4.18 J.

Enfriamiento por evaporación

Cuando un líquido se evapora, si no se le suministra calor se enfría, al igual que los cuerpos que lo rodean, esto se debe a que necesita la energía requerida para evaporarse, es decir, su calor latente.

En ese sentido, al salir de una piscina se experimenta una sensación de frío y si la rapidez de evaporación es aumentada por una corriente de aire, el enfriamiento corporal puede ser peligroso. El enfriamiento por evaporación se emplea en muchos refrigeradores.

Efectos fisiológicos del calor

El calentamiento superficial produce una diferencia de temperatura entre la zona de la lesión (la más fría) y los tejidos superficiales (la más caliente), lo que produce analgesia. El calentamiento local superficial se indica en casos agudos para reducir el dolor y la inflamación mediante sus efectos analgésicos.

El calor produce vasodilatación, hace que los capilares que están en reposo se abran y aumente la circulación. La piel está inervada por fibras simpáticas vasoconstrictoras que liberan noradrenalina en sus terminaciones. Con una temperatura corporal normal, los nervios simpáticos vasoconstrictores mantienen las anastomosis vasculares, prácticamente cerradas, pero cuando los tejidos superficiales se calientan, el número de impulsos simpáticos se reduce tanto, de manera que las anastomosis se dilatan y permiten que cantidades importantes de sangre caliente fluyan hacia los plexos venosos.

La tasa metabólica de los tejidos en parte depende de la temperatura. Se ha demostrado que acrecienta 13% por cada grado de aumento de temperatura. También se demostró una disminución de la misma cuando la temperatura baja.

La aplicación del calor puede producir un efecto analgésico que disminuya la intensidad del dolor. Se aplica calor para los trastornos

musculosqueléticos y neuromusculares, como esguinces, contusiones, problemas articulares y espasmos musculares, todos ellos en relación con algún tipo de dolor muscular. Por lo general, se considera que el calor produce un efecto de relajación y una disminución de la tensión en el musculoesquelético. También aumenta la elasticidad, además disminuye la viscosidad del tejido conectivo, lo que es importante en la fase aguda de lesiones articulares o después de periodos prolongados de inmovilización (cuadro 7–3).

Cuadro 7–3. Efectos fisiológicos del calor

↑ temperatura local de la superficie
↑ metabolismo local
↑ vasodilatación de arteriolas y capilares
↑ flujo sanguíneo hacia la zona de temperatura elevada
↑ leucocitos y de la fagocitosis permeabilidad capilar
↑ drenaje venoso y linfático
↑ productos del metabolismo
↑ actividad refleja de los axones de nervios simpáticos
↑ elasticidad de los músculos, ligamentos y fibras capsulares analgesia
↑ formación de edema
↓ tono muscular
↓ espasmo muscular

Nota: ↑ = aumenta; ↓ = disminuye.

Métodos de aplicación de calor en fisioterapia

Calor superficial

- **Compresas químicas:** son bolsas de lona que contienen un gel de sílice, arena o semillas de mostaza. Se calientan en un compresor con una temperatura aproximada de 70 a 71°C, esta temperatura se mantiene fuera del compresor de 20 a 30 min.
- **Bolsas de agua caliente:** esta aplicación de calor se maneja en casa, se puede comprar en cualquier farmacia una bolsa de agua y el calor dependerá de la temperatura del agua, así como del tiempo del tratamiento.
- **Cojín eléctrico:** funciona con electricidad y produce calor seco, se controla mediante voltaje, se coloca sobre la piel, no se recomiendan mucho por producir quemaduras con mucha facilidad.

  Técnica de aplicación: no se debe colocar por ningún motivo directo sobre la piel, se debe envolver en una toalla con 5 o 6 capas, y después colocar en el área a tratar. El tratamiento durará de 20 a 30 min, pero

durante ese tiempo hay que revisar la piel, por lo menos cada 5 min. Es muy importante considerar la sensibilidad del paciente y el grosor de la zona a tratar.

- **Parafina:** esta forma de calor se recomienda mucho en patologías de mano.

  Técnica de aplicación: se debe sumergir la extremidad a tratar de 8 a 10 veces en el contenedor de parafina, hasta formar un guante o una bota (mano o pie), después se envuelve la zona en una bolsa de plástico y luego en una toalla para que conserve el calor, la duración del tratamiento es entre 15 y 30 min, que es lo que dura el calor.
- **Fluidoterapia:** este método se utiliza en extremidades, las cuales permanecen en reposo pudiendo el paciente realizar movimientos activos; y en muchas ocasiones se utiliza más que la hidroterapia, debido al ahorro de agua, pues los efectos fisiológicos son los mismos. Se le pide al paciente tener la extremidad aseada, ésta se coloca dentro del aparato que parece una tina, a una temperatura entre los 43 a 55 °C con una duración de 20 min.

Calor profundo

- **Ultrasonido:** el cabezal es el nombre comúnmente empleado y el transductor es la parte eléctrica (piezoeléctrica) que forma parte del cabezal. El nombre más empleado en el medio es el cabezal.

  Técnica de aplicación de contacto directo: el transductor del ultrasonido se coloca directamente sobre la piel, con previa aplicación de un acoplador, los más utilizados son: gel al agua, aceite mineral y pomadas (sonoforesis ofonoforesis).

  Técnica de aplicación de contacto indirecto: es la aplicación de ultrasonido a través de agua, preservativos, globos o guantes de látex. Esto se utiliza entre la zona a tratar y el transductor del ultrasonido.
- **Formas de desplazamiento del transductor:**

  Técnica móvil: el transductor se desplaza con mucha lentitud aplicando de manera previa un acoplador, se desliza en forma longitudinal, circular, en forma de estrella y sobre trayecto muscular; esto sin detener el transductor.

  Técnica estática: se utiliza en zonas pequeñas y de contorno irregular o en puntos gatillo (puntos dolorosos), el transductor no se mueve y la intensidad es pulsátil.
- **Diatermia:** son las radiaciones electromagnéticas en la gama de

frecuencia de 3 kHz (Kilohercio) a 300 MHz (Megahercio). En la terapia física se utiliza como método de calentamiento profundo. La producción de calor se basa en la vibración con gran energía de las moléculas orgánicas y de agua, al ser sometidas a microondas de determinada frecuencia. La fricción producida entre las moléculas en vibración genera rápidamente calor.

Técnica de aplicación:

- **Coplanar:** los electrodos se colocan uno al lado del otro, sobre el mismo plano. Se utiliza a menudo en áreas grandes como la columna lumbar, dorsal y cervical.
- **Transversal:** los electrodos se colocan en caras opuestas de una zona a tratar, por lo general, se utiliza para articulaciones, los electrodos se encuentran de forma anteroposterior y la zona a tratar en medio de éstos.
- **Longitudinal:** los electrodos se colocan al inicio y al final de una extremidad o segmentos de origen, e inserción muscular. Se utiliza en trayectos nerviosos.

El tiempo de tratamiento es de 15 a 20 min, es importante colocar una capa de toalla, de igual manera, cubrir pliegues cutáneos, pues por el sudor se puede producir una quemadura. No se debe utilizar sobre o cerca de implantes metálicos, o en la cercanía de las epífisis de crecimiento.

FRÍO

Efectos fisiológicos del frío

Los efectos fisiológicos del frío son, en su mayor parte, opuestos a los del calor. Su efecto primario es un descenso de la temperatura local. El frío local en especial se indica en la fase aguda del proceso de cicatrización para disminuir el dolor, el espasmo muscular y la inflamación. También se sabe que el frío disminuye la tasa metabólica, con la reducción consiguiente de la producción de metabolitos del calor.

Los sistemas de aplicación de frío como agente terapéutico han ido evolucionando; en un principio se utilizaba agua fría o el hielo. A mediados del siglo pasado se fueron descubriendo agentes refrigerantes como el bromuro y el cloruro de etilo y el sulfuro de carbono. En la actualidad, los más utilizados son los *cold-packs*, bolsas de hielo, cubos de hielo, baños fríos, aerosoles refrigerantes, entre otros.

Se dice que en la fase aguda de una lesión, el frío es el tratamiento inicial para la mayor parte de los casos, como esguinces, distensiones y contusiones. Con frecuencia se utiliza de inmediato después de la lesión para disminuir el dolor y favorecer la vasoconstricción local, de este modo se controla la hemorragia y el edema. También se aplica en la fase aguda de lesiones inflamatorias, como bursitis, tenosinovitis y tendinitis, en las que el calor puede producir inflamación y dolor adicional. Asimismo, se emplea para reducir el dolor y el espasmo muscular reflejo, así como las condiciones espásticas que lo acompañan. Su efecto analgésico es quizá uno de sus mayores beneficios. Una explicación de su efecto analgésico es que el frío disminuye la velocidad de conducción nerviosa, aunque no la elimina por completo. También es posible que el frío estimule las áreas centrales de percepción del dolor con numerosos impulsos fríos, de forma que los estímulos de dolor se pierdan según la teoría de la barrera de modulación del dolor. Con la aplicación de hielo, el paciente se queja de una sensación desagradable de frío seguida de punzadas o quemaduras, después de una sensación dolorosa y, por último, entumecimiento.

El frío reduce la excitabilidad de las terminaciones nerviosas libres y de las fibras nerviosas periféricas, lo cual aumenta el umbral del dolor.

Esto es de gran valor para el tratamiento a corto plazo. La aplicación de frío puede aumentar también el control voluntario en presencia de espasticidad, en situaciones agudas postraumáticas puede disminuir los espasmos dolorosos, que resultan del aumento de la excitabilidad muscular local.

Efectos sobre la fuerza muscular: la fuerza del frío en la actividad muscular se debe a su acción sobre el proceso contráctil y por el efecto de la temperatura sobre la transmisión neuromuscular. La función muscular mejora después del enfriamiento, sobre todo cuando los estímulos fríos han sido de corta duración.

Cuando la duración de la exposición al frío se alarga, puede esperarse que la temperatura del nervio disminuya, así se reduce la potencia muscular esto es debido a una reducción del flujo sanguíneo.

Efectos neuromusculares: la crioterapia puede reducir temporalmente la espasticidad, ya que disminuye la amplitud de los reflejos tendinosos profundos y la frecuencia del clonus.

La disminución de la espasticidad puede resultar de la reducción que el frío produce del dolor y en parte a dar lugar a una disminución en las descargas de las fibras musculares aferentes. El frío facilita la actividad de

las motoneuronas alfa y disminuye las gammas, esto ayuda en los pacientes con lesiones de las motoneuronas piramidales.

Efecto en el síndrome postraumático: ante un trauma agudo suceden una serie de reacciones fisiológicas que aumentan el metabolismo celular y dan lugar a un incremento de la temperatura en la lesión.

La reacción inicial al frío es vasoconstricción local de todo el músculo liso, mediada por el SNC para conservar el calor. La vasoconstricción localizada es responsable de reducir la tendencia hacia la formación de edema, quizá como resultado de una disminución local de la presión hidrostática. También hay una disminución de los nutrientes y fagocitos liberados en la zona, que reduce así la actividad fagocítica.

Se ha teorizado que cuando se disminuye la temperatura local, de manera considerable por un periodo de 30 min, se producen fases intermitentes de vasodilatación que duran entre 4 y 6 min. Después se vuelve a producir vasoconstricción en un ciclo de 15 a 30 min, seguido de nuevo con vasodilatación. El tiempo de tratamiento necesario para enfriar el tejido de manera eficaz depende de las diferencias en el espesor del tejido graso subcutáneo. Los pacientes con tejido subcutáneo grueso se deberán tratar con aplicación de frío durante más de 5 min para producir un descenso significativo de la temperatura intramuscular. El tiempo recomendado de tratamiento varía entre 5 y 45 min de contacto directo para obtener un enfriamiento adecuado (cuadro 7-4).

Cuadro 7–4. Efectos fisiológicos del frío

↓ de la temperatura local
↓ del metabolismo
↓ de vasoconstricción de las arteriolas y capilares, al principio
↓ del flujo sanguíneo, al principio
↓ de la velocidad de conducción nerviosa
↓ de la liberación de leucocitos y fagocitos
↓ del drenaje venoso y linfático
↓ de la excitabilidad muscular
↓ de la despolarización de los husos musculares
↓ de la viscosidad muscular
↓ de la formación y acumulación de edema
↓ de efectos anestésicos extremos

Nota: ↓ = disminución.

Técnicas de aplicación del frío

La técnica de aplicación que se emplea con mayor frecuencia es la del

hielo que se derrite en agua. La temperatura de esta mezcla es de 0 ºC. Se debe tratar la zona por inmersión en agua helada o utilizar compresas que se emplea en otras partes del cuerpo y no se pueden sumergir con facilidad. También la tela de toalla sumergida en agua con hielo granizado, luego escurrida y aplicada de inmediato se emplea para enfriar porciones más grandes del cuerpo. Incluso se utiliza el masaje con hielo, se mueve un bloque de hielo sobre la superficie que se desea enfriar.

Masaje con hielo (criomasaje): esta técnica utiliza cubos de hielo que permiten una fácil manipulación, se debe masajear la superficie tratada con movimientos lentos o en ocasiones enérgicos. Se emplea cuando las áreas son pequeñas, con esta técnica la temperatura alcanzada no deberá ser menor de 15 °C. Se sugiere utilizarla mucho antes de un estiramiento muscular.

La aplicación se realiza entre 7 y 10 min. Varía según el tamaño de la zona. El riesgo de efectos secundarios es mínimo. Existen fases después de su aplicación: frío intenso, quemazón, dolor y analgesia, esta última es la más importante y se aplica en pequeñas zonas como tendones músculos y puntos dolorosos. La aplicación de aerosol para enfriamiento por evaporación se realiza al rociar la piel con cloruro de etilo desde una distancia de 1 m, con un movimiento hacia adelante y de retroceso. Hay nuevas modalidades de la aplicación del frío en las cuales se emplean productos químicos contenidos en un sobre, puede romperse dentro del envase para que reaccionen al ponerse en contacto con otro agente y produzcan una reacción endotérmica.

Enfermedad de Raynaud

También llamada acrocianosis es un trastorno caracterizado por la aparición de una coloración cianótica con frialdad y diaforesis de las extremidades, sobre todo de las manos, debido al espasmo arterial que, por lo general, es producido por el frío o por la tensión emocional. El calentamiento induce vasodilatación y sobre el fondo azulado aparecen pequeñas áreas rojas. Una actividad nerviosa simpática anormal o la reacción excesiva a determinados estímulos, puede ser la causa del vasoespasmo que se presenta de manera típica en esta enfermedad. La acrocianosis puede tratarse con fármacos simpatolíticos y las crisis pueden prevenirse.

Pie de inmersión

Enfermedad de los pies que se caracteriza por lesiones musculares, nerviosas, cutáneas y de los vasos sanguíneos, provocadas por una exposición prolongada a la humedad o por la inmersión prolongada en agua fría.

Crioglobulinemia

Es un trastorno en el que existen crioglobulinas (proteína plasmática anormal que precipita y forma una coalescencia a bajas temperaturas, la cual se disuelve y dispersa a la temperatura del cuerpo) en la sangre. Las crioglobulinas suelen relacionarse con el mieloma múltiple y al edema angioneurótico.

Hemoglobinuria paroxística

Eliminación sin síntomas previos de hemoglobina en la orina, se produce tras la exposición local o general a temperaturas bajas, como se observa en la hemoglobinuria paroxística por frío, que es una enfermedad autoinmunitaria caracterizada por hemólisis y hematuria, las cuales tienen relación con la exposición al frío.

Crioterapia: el uso del frío como agente terapéutico

Los agentes físicos son utilizados como primera medida después del traumatismo y como instrumento adjunto en la rehabilitación de las disfunciones musculosqueléticas y neuromusculares. La crioterapia es un antiguo remedio para disminuir el dolor y controlar hemorragias, además evita o disminuye el edema de origen traumático y la inflamación. Reduce el espasmo protector muscular y, de modo temporal, baja la espasticidad antes del ejercicio.

Hay numerosos agentes disponibles para lograr la meta común de reducir la temperatura tisular. Estos agentes incluyen frío o compresas frías, cubos de hielo para masaje, toallas frías, aerosoles, bolsas con hielo y unidades de compresión controladas.

Principios físicos

El calor disminuido o perdido en un objeto es referido como abstracción de calor o enfriamiento. Cuando se aplica el frío disminuye la temperatura de la piel y de los tejidos por abstracción, o porque se remueve el calor del cuerpo. Las dos formas de transferencia de energía usadas en la terapia con

frío incluyen conducción y evaporación.

- **Conducción**. La conductividad térmica es medida por la eficacia del material o tejido para la conducción de calor. Los tejidos con gran contenido de agua, como el músculo, tienen mejor conductividad térmica que el tejido adiposo. El tejido adiposo actúa como un aislante que opone resistencia al flujo de calor. La cantidad de grasa puede influir en el grado y la velocidad con la que el músculo puede ser enfriado, y puede retornar a la temperatura habitual de la zona preenfriada.
  En suma, la consideración de la conductividad térmica del frío en el flujo sanguíneo en un área es importante para entender porqué al área enfriada le toma tanto tiempo retornar a su temperatura anterior. La sangre procedente de las arterias del corazón es calentada y la sangre venosa fría retorna por la periferia. Las venas y arterias corren a través del cuerpo en yuxtaposición mutua. Esto se opone a la corriente caliente para cambiar entre la sangre arterial caliente y la sangre venosa fría. El frío causa una vasoconstricción de arteriolas, disminuye la cantidad de sangre caliente que fluye desde el área. En ese sentido, se opone la corriente al cambio de calor y el área puede no ser recalentada de manera muy rápida.
  La temperatura permanece disminuida por lo menos cuatro horas siguientes a los 30 min de baño frío a 10 ºC, y por lo menos una hora y media después de 20 min de compresas frías.
- **Evaporación.** Los rociadores de vapor frío usan la evaporación como un medio de transferencia de energía. Los vaporizadores fríos son de fluoruro-metano, son líquidos volátiles embotellados bajo presión y emiten un rocío fino al invertir la botella. Cuando el líquido sale de la botella comienza la evaporación, cuando se produce este cambio o transición, el vapor frío al contacto con la piel extrae el calor.
  El rocío se aplica sólo pocas veces sobre la piel. La temperatura de la piel puede bajar o disminuir alrededor de los 15 ºC, sin cambios importantes en la temperatura del tejido subcutáneo y muscular.

Efectos biofísicos

Muchos de los empleos clínicos del frío son absolutos sobre los resultados de los cambios de temperatura de los tejidos. El frío se utiliza en el manejo de traumatismo agudo porque el resultado de la vasoconstricción arterial disminuye el sangrado, además la disminución en el metabolismo y los agentes vasoactivos (histamina) reducen la inflamación y la filtración

externa de fluidos, además elevan el umbral del dolor, lo que produce en el paciente mayor alivio. Una reducción del espasmo muscular se puede postular como la interacción de factores en la cual se incluye una disminución del dolor y la sensibilidad por las fibras aferentes del huso muscular. La acción del músculo puede elevarse de manera temporal, seguida de una aplicación de frío de corta duración. El dolor, y quizá la inflamación de las articulaciones, así como ciertas enfermedades reumáticas inflamatorias pueden disminuirse por este medio. Pero algunos pacientes experimentaron un aumento de la rigidez de las articulaciones, secundario al efecto del frío por el incremento de la viscosidad del tejido y una disminución en la elasticidad. Cuando la viscosidad aumenta y la elasticidad disminuye, la resistencia al movimiento es mayor.

Efectos hemodinámicos

Cuando el frío es aplicado, la respuesta inmediata es una vasoconstricción de los vasos cutáneos y una disminución del aporte sanguíneo. La cantidad de este aporte es inversamente proporcional a los factores de resistencia que impiden la circulación del torrente. El diámetro de los vasos es el factor más importante en relación con el torrente sanguíneo. Si un área del cuerpo es enfriada, hay calosfríos, que se presentan como un mecanismo de retención del calor. La disminución del flujo sanguíneo se presenta después de haber aplicado el frío 10 min.

La viscosidad de la sangre determina en parte, la resistencia del flujo de la sangre. Si la viscosidad aumenta, la resistencia también. El aumento de la viscosidad de la sangre resultado del frío, contribuye a la disminución del flujo sanguíneo. Cuando la disminución de temperatura del tejido se mantiene por un largo tiempo o cuando la temperatura se reduce por debajo de los 10 ºC, el frío induce una vasodilatación después de la vasoconstricción.

Edema e inflamación por traumatismo

Durante las 24 a 48 h siguientes a la lesión, el frío es el agente térmico elegido de modo usual. Las razones de su empleo incluyen:

- Disminuye la filtración de líquido en el intersticio debido a la vasoconstricción.
- Disminuye el dolor y la inflamación.

- Decremento en el valor metabólico.

En hipoestesias se recomienda la eficacia del frío para el cuidado de lesiones agudas debido a la disminución del metabolismo, por tanto, la disminución secundaria de hipoxia de lesión.

Efectos en nervios periféricos

El frío puede alterar la velocidad de neuroconducción y la actividad simpática de los nervios periféricos. Si la temperatura del nervio disminuye, habrá reducción en su sensibilidad y velocidad de conducción motora, o disminuye la conducción de impulsos. La transmisión simpática puede quedar impedida o bloqueada.

La cantidad de cambios elegidos depende de la duración y del grado de la temperatura. Las fibras nerviosas de diferentes diámetros y grados de mielinización tienen diferentes umbrales o sensibilidad a los efectos del frío.

Las fibras de diferente sensibilidad son fibras mielinizadas de diámetro pequeño. Las fibras de menor respuesta a la disminución de la temperatura son las desmielinizadas de menor diámetro. Unas fibras pueden bloquearse antes que las fibras C en el nervio superficial. De las fibras A, las de menor diámetro (δ) pueden bloquearse primero, las fibras largas (α), en cambio, se bloquean después. Las γ se bloquean antes que las α.

Crioterapia

Técnicas de aplicación

- **Compresas frías.** Son paquetes de vinil de consistencia gelatinosa de una mezcla de glicerina con agua, disponibles en gran variedad de tamaños y formas, se almacenan en refrigeración o en congelador a una temperatura de -5 °C, dada la temperatura siempre se envuelven en una toalla antes de su aplicación sobre la zona a tratar. Se recomienda no más de 20 min de tratamiento.
- **Toallas frías**. Son toallas introducidas previamente en un recipiente con hielo picado y agua, al sacarlos se escurren y son las que más se emplean para áreas extensas de tratamiento. El enfriamiento alcanzado con este método es superficial y se deberá cambiar la toalla cada 3 a 5 min.
- **Aerosoles fríos**. La aplicación se realiza siguiendo el trayecto del músculo, se empieza en la parte proximal a la distal, se acentúa en el

punto doloroso y hacia la zona de irradiación del dolor. El aerosol se sostiene a una distancia entre los 30 y 50 cm de la superficie de tratamiento, por lo general son entre 3 a 5 barridos. No se utilizan mucho en fisioterapia.

- **Bolsas de hielo**. Éstas son la modalidad más económica y casera, se obtiene un enfriamiento más intenso que el de las compresas. Se preparan al introducir en una bolsa de plástico cubos de hielo o hielo picado, el tamaño de la bolsa dependerá de la zona a tratar, se envuelven en una toalla y se aplican, se recomienda de 20 a 30 min de tratamiento y realizarlo durante las primeras 24 h después de la lesión.

LUZ

Es la que está constituida por la superposición de varios colores (rojo, naranja, amarillo, verde, azul, añil y violeta), cuando dos colores se combinan y producen luz blanca se llaman **complementarios**.

Cuando la luz blanca se separa en varios colores, se denomina **descomposición de la luz**, por tanto, al refractarse la luz se descompone o dispersa en los colores que la forman.

Concepto y naturaleza de luz

La teoría corpuscular de la luz está constituida por numerosos corpúsculos o partículas, que emitidos por los cuerpos incandescentes, se propagan de forma lineal a través de los medios transparentes, estimulando la visión al penetrar en el ojo.

En el siglo XX, Plank descubre la teoría cuántica, la cual plantea que la energía se propaga en forma de cuantos o paquetes energéticos y no por ondas continuas. Más adelante se inician estudios sobre el fenómeno fotoeléctrico (emisión de electrones por la superficie de ciertos metales al ser iluminados por un rayo de luz). Einstein descubrió que podía igualarse la energía de un rayo de luz incidente sobre una lámina de zinc a la suma de la energía cinética del electrón liberado, más otra cantidad característica de cada sustancia fotosensible. A partir de esto explica su teoría cuántica en el campo de la electricidad. Así se llega al conocimiento de que la luz está constituida por pequeñísimos paquetes de onda diseminados y se propagan en todas direcciones del espacio, transportando una cantidad de energía determinada proporcional a la frecuencia de su onda.

Leyes sobre la intensidad de la luz

Ley del inverso del cuadrado de la distancia: establece que la intensidad de una radiación electromagnética que incide sobre una superficie determinada, está en relación inversa con el cuadrado de la distancia entre el foco emisor y la superficie.

Ley del coseno: establece que la máxima intensidad de la radiación sobre una superficie se obtiene cuando el haz incide perpendicularmente sobre ésta, si la incidencia no es perpendicular la intensidad disminuye.

Ley de Brunce-Roscoe: el producto de la intensidad de la radiación por el tiempo de la aplicación elevado a una potencia n es constante. Por efecto fotobiológico se considera *n* igual a 1, por tanto, para conseguir los mismos efectos puede manejarse el tiempo y la intensidad de forma que si la intensidad es el doble de tiempo, debe reducirse a la mitad y viceversa.

Ley de Grottus-Draper: desde el punto de vista de los efectos biológicos sólo es eficaz la radiación absorbida, por eso es importante considerar que en la aplicación de radiaciones, hay una cantidad reflejada en la piel o se dispersa. De este modo en la metodología de tratamiento cuando se calcula una dosis se hace pensando en la energía que se va a absorber, por ello se evita la reflexión. Para la dispersión en otros tejidos se considera la capacidad de transmisión o penetración y la longitud de onda utilizada. Todo esto para llegar con la dosis requerida al tejido que se quiere estimular.

Reflexión

La reflexión tiene lugar al incidir la luz sobre una superficie pulida a la perfección. En este caso, la luz cambia de dirección y sigue un camino que está determinado por las leyes de Snell para la reflexión:

Primera ley: el rayo incidente, la normal y el rayo reflejado están en el mismo plano.

Segunda ley: el ángulo de incidencia (ángulo formado por el ángulo incidente y la normal) y el ángulo de reflexión son iguales.

Refracción

Cuando la luz pasa de un medio de propagación a otro, sufre un cambio de

velocidad, al que acompaña si no entra de manera perpendicular un cambio de dirección en su trayectoria, estos cambios se rigen por las leyes de Snell para la refracción.

Primera ley: el rayo incidente, la normal y el rayo reflejado están en el mismo plano.

Segunda ley: los senos de los ángulos de incidencia y la refracción son proporcionados a las velocidades de la refracción de la luz en los respectivos medios.

Esto quiere decir, que la trayectoria de la luz sufre un cambio en su dirección cuando cruza la superficie de separación de dos medios diferentes de distinta densidad, como consecuencia de la diferente velocidad de propagación en cada uno de estos medios.

Difracción

Es la desviación de onda debido a la presencia de una barrera como un obstáculo o los bordes de una abertura. El grado de difracción depende del tamaño de la longitud de onda, comparado con el tamaño del obstáculo que proyecta la sombra. Es decir, si la longitud de onda es mayor que el obstáculo, proyecta una sombra borrosa debido a que la luz se abre en forma de abanico, pero si la luz de onda es menor que el obstáculo ésta proyectará una sombra bien definida.

Cuanto mayor sea la onda en comparación con el obstáculo, mayor será la difracción. Por eso, las ondas de radio de amplitud modulada son ondas muy grandes comparadas con la mayor parte de los obstáculos que se encuentran en su camino, se difractan o desvían con facilidad alrededor de los edificios, las cuales llegan a más lugares que las ondas más cortas.

Trasmisión: es el recorrido del haz incidente dentro del tejido, es la proporción de flujo radiante que atraviesa el medio. Depende en su totalidad del fenómeno de absorción y de la reflexión, siendo inversamente proporcional para ambos casos.

Dispersión: es una proporción del flujo radiante que se mantiene dentro del tejido, puede ser la suma de la energía que se refleja, que se refracta, aunque atenúa la transmisión y que puede constituir un paso previo a la absorción. De modo que la luz en los tejidos tiene tres importantes repercusiones: aumento de la reflexión, incremento de la absorción y

distribución de la luz.

Absorción: es el proceso que constituye el objetivo de la fototerapia, significa la cantidad de energía que se dona al tejido. Son múltiples las posibilidades de niveles de absorción, las cuales podrían ser una macromolécula contenida en la membrana celular, o una molécula en la matriz de un organelo, o dentro del material genético del núcleo celular. Es la única porción de energía que va a desencadenar un efecto biológico y a su vez un efecto terapéutico.

Efectos generales de la luz

Fotoquímico: corresponde a la propiedad de la luz de acelerar reacciones químicas, por ejemplo, la síntesis de la vitamina D.

Fototérmica: se basa en el incremento de la energía vibracional de las moléculas al absorber la radiación, en especial rayos infrarrojos.

Luminoso: incluye la fotoluminiscencia, el efecto fotográfico y el mecanismo de la visión.

Indicaciones:

- Espasmos musculares.
- Artrosis.
- Cervicobraquialgias.
- Mialgias por esfuerzo físico.
- En erosiones de la piel y zonas húmedas inguinales.
- Ciática.
- Previo al ejercicio.

Contraindicaciones:

- Enfermedad cardiovascular avanzada.
- Trastornos de la sensibilidad o zonas anestesiadas de la piel.
- Etapas agudas de la inflamación.
- En la hipertensión arterial.
- Periodos menstruales.

Interferencia por difracción: si se pasa un haz luminoso por un orificio pequeño y dicho haz se recoge en una pantalla, se observan anillos brillantes y oscuros de manera alternativa. Los cuales se denominan anillos y franjas de difracción, los cuales se deben a las interferencias de las ondas secundarias, que tienen su origen en cada uno de los puntos de la superficie de onda que pasan por el orificio. Es decir, las ondas secundarias que se producen al pasar la luz por un orificio pequeño, producen interferencias unas con otras, estas interferencias producen una

diferencia de fase de un tren de ondas, con respecto a otro y se anulan, con lo cual no se percibe la luz.

Longitud de onda: es la distancia recorrida por una onda en un periodo.

Amplitud: es la altura máxima de la semionda en relación a la posición de reposo.

Frecuencia: es el número de ciclos u oscilaciones completas que tienen lugar en un segundo.

Polarización de la luz

La luz se polariza cuando la vibración de las partículas está en un solo plano. Puede suceder que las vibraciones al mantenerse perpendiculares a la dirección de propagación, se verifiquen de manera irregular en planos distintos, por consecuencia las ondas tampoco se propagan en un solo plano y la luz en este caso no se polariza.

Este fenómeno de polarización sólo se da con ondas transversales y nunca con longitudinales, de manera que implica una asimetría respecto al eje en la dirección de la propagación. Por consiguiente, si se demuestra que un haz luminoso puede ser polarizado, también se demostrará que las ondas luminosas son transversales.

Dispersión de la luz blanca

Newton con un experimento clásico que realizó, inició el conocimiento de lo que realmente es el **matiz**. Encontró que en un cuarto cerrado por completo y oscuro, se recibió la luz del sol que penetraba por una rendija dirigida a un prisma de cristal para que la luz refractada llegara a una pantalla blanca, observó que se formaba una serie de matices iguales a los colores del arcoíris, a este fenómeno se le conoce con el nombre de **dispersión de luz**.

Efecto fotoeléctrico

El efecto fotoeléctrico consiste en la transformación de energía luminosa en energía eléctrica, cuando un rayo de luz incide sobre una placa metálica siendo capaz de arrancar de ella un haz de electrones, es decir, producir una corriente eléctrica.

Su aplicación más usual es la llamada celda fotoeléctrica que transforma las variaciones de la intensidad de la luz en cambios de una corriente, la

cual se puede medir con un galvanómetro, esta celda consiste en un bulbo al vacío, cuyo electrodo negativo (cátodo) está formado por una lámina metálica en forma de semicilindro, mientras que el positivo (ánodo), es el filamento que va sobre el eje del semicilindro.

Al iniciar la luz sobre el cátodo, el flujo de electrones emitido por él produce una corriente que detecta el galvanómetro, esto da una medida cuantitativa de la intensidad de la luz recibida. Esto se utiliza en fotómetros, interruptores de alumbrado público y luces de celda solar. La energía cinética de los electrones emitidos no depende de la intensidad de la luz sino de la frecuencia.

Técnicas de aplicación

Rayos infrarrojos

La lámpara deberá colocarse de manera perpendicular en la zona a tratar, para evitar accidentes, si la lámpara se coloca de modo vertical se puede caer y podría quemarse al paciente, debe tener una distancia de la zona a tratar de 50 a 60 cm y revisar la piel cada 2 min para ver la coloración y la diaforesis la cual puede ocasionar quemaduras, ya que la sensibilidad varía en cada paciente. La duración del tratamiento oscila entre 15 a 30 min, esto dependerá de la distancia de la lámpara y la zona de tratamiento.

Radiación ultravioleta

La técnica de aplicación es la misma que la de los rayos infrarrojos, hay que proteger los ojos del paciente con un algodón húmedo, así como las cicatrices y áreas de piel delicada como los genitales. Este método es poco utilizado en fisioterapia.

Láser

En la aplicación de láser, la que más se utiliza es la aplicación puntual (por puntos dolorosos), se aplica el láser sobre los puntos dolorosos y alrededor de ellos se recomienda guardar una distancia entre ellos de 2 a 3 cm. La aplicación es alrededor de 1 a 2 min por punto y se le pide al paciente ponerse lentes obscuros al igual que el médico o fisioterapista.

ELECTRICIDAD

La electricidad fue descrita hace más de 2 500 años, ya los antiguos

griegos conocían los fenómenos eléctricos. En Europa conocieron la electricidad gracias a las observaciones de Tales de Mileto quien descubrió que al frotar un pedazo de ámbar, éste adquiría la propiedad de atraer, así como de repeler algunos objetos, a este efecto se le llamó **electrón** (electrón significa ámbar) hecho que permanece durante 2 000 años sin llamar la atención.

En el año 1600, Gilbert describió este acontecimiento en su libro llamado La piedra imán y los cuerpos magnéticos, y precisamente es quien concibió la palabra **electricidad**.

Desde los tiempos de Sócrates la utilización del pez torpedo para curar la artritis y la cefalea marcan el paso del uso de la electricidad con fines curativos, pero desde su descubrimiento hasta su introducción como técnica medica transcurren 2 500 años.

En 1791, Galvani público un opúsculo titulado *De viribus electricitaris in motu muscularis*, sobre la acción de la electricidad en el movimiento muscular; él sostenía que los seres vivos eran productores de electricidad.

Volta, analizando la experiencia de Galvani intuyó la posibilidad de producir electricidad por medios químicos; en el año 1800 construyó la primera pila eléctrica. A esta corriente continua obtenida, Volta le dio el nombre de corriente galvánica en honor a Galvani.

De modo inmediato a los descubrimientos de Volta y Galvani, comenzaron en el siglo XVIII, las aplicaciones médicas de la corriente galvánica. Durante el siglo XIX el descubrimiento del fenómeno de la inducción por Faraday introdujo en terapéutica el primer tipo de corrientes variables, bautizado por su descubridor, con el nombre de **corrientes farádicas**.

Corriente eléctrica

Es el flujo o desplazamiento de electrones a través de un conductor.

Corriente directa: se produce cuando los electrones se mueven siempre en el mismo sentido, dentro de un conductor y el campo eléctrico es constante.

Corriente alterna: se produce cuando los electrones oscilan a lo largo del conductor y el campo aplicado cambia de modo alternativo.

Características de la corriente eléctrica

Polaridad: ésta puede ser positiva o negativa.
Frecuencia: es el número de ciclos que ocurre en una unidad de tiempo.
Amplitud: representa la intensidad de la corriente y es la distancia de la línea isoeléctrica a la cresta de una onda.
Onda: representa la forma de la corriente eléctrica y son sinusoidal, cuadrada, triangular o en sierra dentada.

Efectos de la corriente eléctrica

Cuando la corriente eléctrica pasa por un conductor se producen tres fenómenos:

- La temperatura del conductor asciende y comunica calor a sus alrededores.
- El conductor se rodea de un campo magnético y ejerce fuerzas sobre otras corrientes o sobre los imanes.
- La corriente al atravesar ciertas sustancias las descompone químicamente (electrólisis).

Intensidad de la corriente

Se llama intensidad de corriente eléctrica a la carga eléctrica que pasa por cada sección del conductor en un segundo. Los amperes (A) miden la intensidad de la corriente eléctrica, representan el número de electrones por unidad de tiempo.

Conservación de la corriente

La intensidad de la corriente en cualquier parte de un conductor es la misma. En este concepto también cabe mencionar la primera regla de Kirchoff; en un nodo la suma de las intensidades de la corriente que llega es igual a la suma de las intensidades de la corriente que sale.

Nodo: punto donde se encuentran tres o más conductores.

Ley de Ohm

La intensidad de la corriente que pasa por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicado a sus extremos e inversamente proporcional a la resistencia del conductor. Lo que significa

que, cuanto mayor sea la diferencia de potencial, pasará más corriente por segundo y cuanto mayor sea la resistencia al paso de la corriente eléctrica menos corriente por segundo podrá pasar.

Ohm: unidad de resistencia que se simboliza con la letra griega omega (Ω).
Resistencia eléctrica: freno que opone la materia al movimiento de electrones al circular por ella.
Potencia: expresa la capacidad o potencial acumulado para realizar un trabajo. Se mide en watts.
Trabajo: mide el trabajo conseguido y sus parámetros de obtención. Cálculo del producto potencia por el tiempo de acción. Se mide en julios.

Conductores

En el interior de algunos cuerpos los electrones pueden moverse con gran facilidad, saltando de átomo en átomo, estos cuerpos se llaman **conductores**. Casi siempre son metálicos o soluciones de ácidos, bases o sales, uno de los mejores conductores es la plata, le siguen el cobre y el aluminio. En cambio, otros cuerpos presentan gran dificultad al movimiento de los electrones, estos cuerpos se llaman malos conductores o **aisladores**, por lo general son cuerpos no metálicos y los mejores son el vidrio, la porcelana y los plásticos. Entre los conductores y los aisladores hay otra clase de intermedios o semiconductores como el carbón.

Amperio (amp): es la unidad de medida que indica la velocidad del flujo de una corriente eléctrica.
Coulombs: indican el número de electrones que pasa por una corriente eléctrica.
Watts: son la unidad de medida de potencia o trabajo por segundo.
Hertz: miden el número de ciclos por unidad de tiempo.
Voltio (V): los electrones no se desplazarán a no ser que se establezca una diferencia de potencial eléctrico, en la concentración de esas partículas cargadas entre dos puntos. La fuerza electromotriz que se debe aplicar para producir flujo de electrones se define como voltio.
Voltaje: es la fuerza resultante de la acomodación de electrones, en un punto de un circuito eléctrico, que suele corresponder a un déficit de electrones en otro punto del mismo.
Vatio: es la potencia eléctrica necesaria para producir un flujo de corriente

de un amperio a una presión de un voltio.

Formas de onda

Las formas de onda pueden ser unidireccionales y bidireccionales, lo que significa que los electrones fluyen en una o varias direcciones. Las formas de onda unidireccionales también se pueden denominar como monopolares o monofásicas y se relacionan con corriente eléctrica o galvánica. Las formas de onda bidireccionales se denominan bipolares o bifásicas y se relacionan con la corriente alterna.

La amplitud de cada forma de onda refleja la intensidad de la corriente, siendo la máxima amplitud el extremo o punto más alto de cada pico.

Onda: es una perturbación en un medio que se trasmite en forma de movimiento ondulatorio a través de este, a una velocidad constante.

Movimiento ondulatorio: se entiende por cualquier perturbación producida en un punto del espacio, que se propaga a través de la materia, por ondas mecánicas (sonido, oleaje) o en el vacío por ondas electromagnéticas (luz, onda de radio, rayos X).

Onda transversal: si la magnitud que vibra lo hace en el plano perpendicular a la dirección de propagación de la onda.

Onda longitudinal: cuando la magnitud que vibra lo hace en la misma dirección en la que se propaga la onda, se dice que la necesitan de un medio elástico para su propagación. Las ondas pueden ser periódicas o aperiódicas:

Onda periódica: es aquella que se repite a tiempos fijos; el periodo de onda es el tiempo que tarda a repetirse.

Onda aperiódica: es cuando la onda no se repite.

Amplitud (A): es el valor máximo del desplazamiento desde el punto medio de la vibración o desde su posición de equilibrio. En una onda sinusoidal, es la misma para desplazamientos positivos y negativos.

Longitud de onda: es la distancia mínima que separa dos puntos con las mismas condiciones de movimiento; en una onda periódica representa la distancia, medida en horizontal, entre dos crestas o dos valles sucesivos.

Periodo (T): es el tiempo mínimo invertido en recorrer una longitud de onda; en una onda periódica viene representado por el tiempo entre dos crestas o dos valles sucesivos.

Ciclo: es una oscilación completa que devuelve el sistema a su estado original.

Frecuencia (f): se define como el número de longitudes de onda que pasan por un punto.
Velocidad de propagación (v): es la velocidad con la que se transmite el movimiento ondulatorio de unos puntos a otros y debe distinguirse de la velocidad de cada partícula vibrante en su posición de equilibrio.
Ion: tomo cuyo número de electrones no sea mayor que el de los protones y por tanto, no sea eléctricamente neutro.
Ánodo: zona de déficit de electrones, su carga es positiva (+).
Cátodo: zona de exceso de electrones, su carga es negativa (-).
Anión: se derivan del ánodo, pero tiene polaridad opuesta (-).
Catión: se deriva del cátodo, pero tiene polaridad opuesta (+).
Intensidad del impulso: altura que alcanza el impulso.
Duración del impulso: tiempo del paso de la corriente.
Pendiente del impulso: velocidad con que se logra llegar al mínimo de intensidad y al cese de la misma en cada impulso.
Intervalo de impulso: tiempo de reposo entre cada impulso.
Ritmo de impulso: marca la sucesión de impulsos.

Clasificación de las corrientes

Según la **forma**: se clasifican en constantes y variables.
Según la **polaridad**: pueden ser constantes y alternantes.
Según la **frecuencia** se clasifican en:

- Baja frecuencia (0 a 800 Hz).
- Media frecuencia (800 a 60 000 Hz).
- Alta frecuencia (+ de 60 000 Hz).

Según el **efecto sobre el organismo**:

- Analgésicas (sensitivas).
- Contracciones musculares (excitomotoras).
- Estimulante de la circulación (térmicas).

Precauciones:

- Los equipos deben cumplir las normas internacionales de seguridad eléctrica.
- Los equipos deben estar en excelentes condiciones de funcionamiento.
- Evitar cualquier elemento metálico en la cercanía del equipo y el paciente.
- No utilizar en áreas húmedas.
- No utilizar cerca de fuentes de calor.
- No utilizar el equipo cerca de ondas corta o microondas (distancia de 3

m).

- Comprobar estado de cables y electrodos.

Contraindicaciones:

- Tórax y región precordial.
- Hipotensión arterial.
- Trastornos vasculares.
- Neoplasias.
- Infecciones.
- Embarazo.
- Cercano a diatermias.
- Anomalías neurológicas cerebrales.
- Enfermos mentales.
- Niños muy pequeños.

Modulaciones de las ondas

Modulación continua: la amplitud del flujo de la corriente se mantiene igual durante varios segundos, con corriente continua el flujo de electrones siempre tiene una dirección uniforme.

Modulación interrumpida: se desconecta con periodicidad el grupo de corriente o los grupos de pulsos, estos últimos se generan durante 1 seg y luego se desconectan durante 1 seg o más, estas corrientes se denominan pulsátiles, estos pulsos pueden ser monofásicas (corriente directa), bifásicas (corriente alterna) o polifásicas y pueden adquirir forma sinusal, cuadrada o triangular.

Modulación de choque: también llamada de rampa, la amplitud de la corriente aumenta de manera gradual hasta llegar a un máximo preestablecido, también puede disminuir en intensidad, la forma de la onda parece una rampa.

Corriente a través de los tejidos

La corriente eléctrica tiende a elegir el recorrido que ofrece menos resistencia al flujo de los electrones. La conductividad de los diferentes tejidos corporales es variable, el tejido con mayor contenido de agua y en consecuencia con mayor contenido iónico es el mejor conductor de electricidad. La piel tiene diferentes capas con contenido de agua, por lo general, ofrece una resistencia elevada al flujo de corriente y se considera aislante. Cuanto mayor sea la impedancia de la piel, mayor deberá ser el

voltaje de la corriente eléctrica para estimular al nervio y al músculo subyacente. Los cambios químicos en la piel la pueden hacer más resistente a ciertos tipos de corriente, por tanto, la impedancia de la piel suele ser mayor con la corriente directa que con la alterna.

La **sangre** es un tejido biológico compuesto en gran parte de agua e iones, por tanto es el mejor conductor eléctrico de todos los tejidos.

El **músculo** está constituido por 75% de agua y depende del movimiento de los iones para su contracción, y tiende a propagar un impulso eléctrico con más eficacia en dirección longitudinal (origen, inserción) que transversal.

Los **tendones musculares** son más densos que el músculo, contienen poca agua, así como la grasa que contiene 14% de agua y se consideran malos conductores.

La **conductividad** de los nervios periféricos es aproximadamente seis veces mayor que la del músculo; sin embargo, estos nervios suelen estar rodeados de grasa y de una cubierta fibrosa, por tanto se les considera malos conductores.

El **hueso** es demasiado denso, contiene sólo 5% de agua y se considera el peor conductor biológico de la corriente eléctrica.

Respuestas fisiológicas a la corriente eléctrica

Los efectos del paso de la corriente eléctrica a través de los distintos tejidos del cuerpo pueden ser térmicos, químicos o fisiológicos.

Todas las corrientes eléctricas producen una elevación de la temperatura en un conductor (tejido). Los tejidos corporales poseen distintos grados de resistencia y los de mayor resistencia se calentarán más al ser atravesados por la corriente eléctrica.

La mayor parte de los tejidos biológicos contienen iones cargados positiva y negativamente, un flujo de corriente directa producirá migración de estas partículas cargadas hacia el polo de la carga opuesta. En el polo positivo, las partículas de carga negativa producen una reacción ácida con la coagulación de las proteínas y endurecimiento de los tejidos. En el polo negativo, las partículas cargadas positivamente producen una reacción alcalina, licuando las proteínas y ablandando los tejidos.

En fisioterapia, las corrientes eléctricas se utilizan para producir contracciones musculares (reeducación) o para modificar estímulos dolorosos actuando sobre los nervios motores y sensitivos. Esta función dependerá de la intensidad de la corriente, el voltaje y la frecuencia de los

impulsos.

ELECTROTERAPIA

Técnicas de aplicación

El tratamiento se puede aplicar solo o combinado, según la clase y localización del síndrome a tratar.

Aplicación transregional: la zona afectada se somete a la corriente con las placas de los electrodos grandes.
Aplicación local: cuando se localizan bien los puntos dolorosos circunscritos, pueden atacarse con electrodos pequeños.
Aplicación en el tronco nervioso: cuando se tratan enfermedades de nervios periféricos, los dos electrodos se colocan a lo largo del nervio a tratar, además siguen la dirección del nervio afectado.
Aplicación paravertebral o segmentaria: es a ambos lados de la columna vertebral y está indicada para la estimulación longitudinal o transversal de los músculos dorsales y sobre todo los lumbares.

La elección de la forma de corriente dependerá de la clase de padecimiento, la duración del tratamiento es de 10 a 20 min.

Precauciones generales para el uso de los equipos

- Revisar que todos los controles estén apagados o en ceros.
- Humedecer las esponjas (100% celulosa) de los electrodos.
- Seleccionar con anterioridad el tipo de corriente a utilizar.
- Revisar los cables de los electrodos y del aparato.
- Nunca desconectar traicionando el cable.
- Cuando se usen cinturones para detener los electrodos, revisar que no lastimen al paciente.
- Revisar que la zona de tratamiento esté limpia.

MECANOTERAPIA

Es un área de terapia física destinada para aplicación de movimiento, con fines terapéuticos (ejercicio), para restituir la función normal o conservar un estado de bienestar. El área de mecanoterapia está constituida por colchones, cubos, rollos y cuñas, barras paralelas, escaleras, escalerillas,

mesa estabilizadora, bicicletas y espejo.

Colchones. Sirven para realizar movilizaciones, ejercicios funcionales de colchón o ejercicios de facilitación, para ello el paciente también se puede apoyar en las barras suecas, para cambiar de hincado a la posición de sentado y llegar a ponerse de pie, estas barras están en la cabecera de los colchones, son horizontales y se sujetan a la pared, por tanto son muy seguras para poder ayudarse de ellas.

En los colchones también se puede reforzar las reacciones de equilibrio y de defensa, así como ejercicios de diferentes tipos como los de Williams, Klapp, Frenkel, Buerger Allen, higiene de columna, entre otros.

Cubos, rollos y cuñas. Estos aparatos pueden auxiliar en las reacciones de defensa, de equilibrio, para estimular el control de tronco, para ejercicios de coordinación y emplearlos como apoyo de hincado a sentado, entre otros.

Barras paralelas. Éstas sirven para la reeducación de la marcha, obtener el equilibrio en bipedestación o iniciar apoyo progresivo en diferentes patologías.

Escaleras. Ayudan en la reeducación de la marcha, así como para el equilibrio (al bajar) y fortalecer (al subir).

Escalerillas. Sirven para reeducar tanto el movimiento de hombro, como el de muñeca y dedos.

Mesa estabilizadora. Sirve para mejorar reacciones de equilibrio, enderezamiento y defensa; y evitar la hipotensión ortostática.

Bicicletas. Sirven para fortalecer los miembros inferiores (cuádriceps, isquiotibiales, tibial anterior, peroneos), así como para problemas de coordinación y mejorar la condición física**.**

Espejo. Es de utilidad en la valoración de la postura del paciente desde distintos ángulos, también para que el paciente se observe al caminar y así poder corregir su marcha, así como para los ejercicios de parálisis facial.

También hay diferentes tipos de pesas, polainas, poleas y diferentes equipos de fortalecimiento, tanto para miembros inferiores como superiores.

BIBLIOGRAFÍA

Aramburu C, Muñoz E: *Electroterapia, termoterapia e hidroterapia*. Madrid, 1998.

Armijo M, San Martin J: *Curas, balnearios y climáticas, talasoterapia y helioterapia*. Madrid: Complutense, 1994.

Bansal HL: *Magnetoterapia*. Buenos Aires: Editorial Continente, 1993.

Castillo JJ: *Nociones de electroterapia*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2006.

Claytons JD: *Electroterapia actual*. Barcelona: Editorial Time, 1972.

Cabrera Capote, López Pérez, Bravo Acosta: *Agentes Físicos*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas, 2009.

CAPÍTULO 8

Elementos terapéuticos

La fisioterapia o medicina física es aquella mediante la cual se emplean recursos físicos para los tratamientos aplicados. La fisioterapia puede dividirse, de forma didáctica, en:

Termoterapia: es la aplicación de calor con fines terapéuticos. Por ejemplo, calor superficial: compresas químicas, cojín eléctrico, bolsa de agua caliente, fluidoterapia y parafina. Calor profundo: ultrasonido y diatermia.

Crioterapia: es la aplicación del frío con fines terapéuticos. Por ejemplo, compresas frías, aerosoles, toallas frías o bolsas sencillas con hielos.

Hidroterapia: es la aplicación del agua con fines terapéuticos. Por ejemplo, tina de Hubbard, tina de remolino, tanque terapéutico y baños de contraste.

Luminoterapia: es la aplicación de la luz con fines terapéuticos. Por ejemplo, rayos infrarrojos, luz ultravioleta y láser.

Electroterapia: es la aplicación de la electricidad con fines terapéuticos. Por ejemplo, corrientes interferenciales, rusas, diadinámicas, TENS, estimuladores eléctricos, entre otras.

Mecanoterapia: es la aplicación del movimiento con fines terapéuticos. Por ejemplo, movimientos corporales prescritos para restituir la función normal o conservar un estado de bienestar, como colchones, cubos, rollos, cuñas, barras paralelas, escaleras, mesa estabilizadora, bicicleta y equipo de fortalecimientos, tanto de miembros inferiores como superiores.

Masoterapia: es la aplicación de masaje con fines terapéuticos. Por ejemplo, superficial y profundo.

Magnetoterapia: es la rama de la medicina que estudia los tratamientos de distintas enfermedades, mediante la influencia de un campo magnético en el organismo, utiliza imanes y equipos generadores de campos

magnéticos, éstos son de baja frecuencia y de baja intensidad.

TERMOTERAPIA

Para la aplicación de calor se cuenta con métodos sencillos como: bolsas de agua caliente, cojines eléctricos y los de tipo comercial, como son las compresas secas o húmedas. Según su profundidad de acción se clasifica en:

- Superficial: cuerpos sólidos, líquidos, semilíquidos y radiación infrarroja.
- Profunda: corrientes de alta frecuencia y ultrasonidos.

Clasificación de acuerdo con el mecanismo de energía:

- Conducción.
- Convección.
- Conversión (radiación).

Conducción: es un mecanismo de intercambio de energía interna entre áreas de diferentes temperaturas, en donde el intercambio de energía cinética se produce por colisión molecular directa y por desplazamiento de electrones libres de metales. La energía pasa de moléculas con mayor energía a moléculas de menor energía. Esta conducción se produce entre diferentes tejidos del cuerpo hacia otro en contacto con el primero sin desplazamiento visible de materia.

Convección: consiste en la transferencia de calor que tiene lugar en un líquido (agua, sangre, aire), aunque en los líquidos y gases una parte del calor se transfiere por conducción, la mayor cantidad es por convección libre o natural, es decir, si el movimiento del líquido se produce por las diferencias de temperatura en sí mismo. Cuando el movimiento se debe a un agente extraño se le llama convección forzada (aire, ventilador, agitador, entre otros).

Conversión (radiación): en condiciones basales, el mecanismo termolítico de mayor importancia es el de radiación. La conducción y la convección necesitan de su material (sólido, líquido, o gaseoso), pero se sabe también que el calor se transmite por el vacío, al cual se le llama radiación y se produce por emisión o absorción por parte del organismo de radiaciones electromagnéticas.

Compresas calientes

La aplicación de estos elementos producirá un calor superficial (piel y tejido subcutáneo). Las compresas químicas pueden alcanzar temperaturas alrededor de 70 °C, se deberá cubrir la compresa con toallas (tantas capas como sea necesario para prevenir quemaduras); una aplicación de 15 a 25 min es suficiente para producir un incremento importante de temperatura en el tejido. Se recomienda inspeccionar con frecuencia la zona de aplicación para prevenir quemaduras.

Los efectos fisiológicos obtenidos con este método serán la producción de vasodilatación con el consecuente aumento de la circulación y de la temperatura del tejido, este calentamiento va a relajar los tejidos y disminuir el espasmo muscular, con ello la contractura y la inflamación disminuyen, y como fenómeno reflejo, se relajan el músculo liso y el estriado produciéndose analgesia. Se indica en cualquier superficie, debido a que son fáciles de aplicar.

Los efectos producidos por los cojines eléctricos son similares a los producidos por la compresa, quizá la ventaja de los primeros es regular la intensidad de temperatura por medio de un termostato (por lo general está integrado desde la fábrica), esto permite aplicar calor por periodos más prolongados con mayor precisión.

Contraindicaciones

En zona con trastornos de la sensibilidad o de la circulación, así como en heridas y lesiones de la piel, zonas de neoplasia, injertos, entre otras.

Almohadilla o cojín eléctrico

Está constituido por una resistencia en el interior, tienen un interruptor con varios niveles de calentamiento. La potencia oscila entre los 10 y los 50W. Su indicación más frecuente es el espasmo muscular y/o dolor en la región cervical, dorsal y lumbar, y se utiliza mucho como terapia casera.

Baños de parafina

Es un derivado del petróleo (petrolato), llamado parafina. La parafina fundida es una importante fuente de calor muy duradera (15 a 20 min dependiendo de las capas aplicadas). Se prepara una mezcla de parafina 2/3 y aceite mineral 1/3, esta combinación nos permite mayor elasticidad

de la parafina y mayor lubricación sin olvidar que el punto de fusión de la parafina sea más bajo, entre los 42 a 50 °C. Se cuenta con aditamentos especiales llamados **parafineros**, que son recipientes que poseen un termostato donde se funde la parafina, la cual se mantiene a temperatura terapéutica de 40 a 48 °C (el punto ideal es cuando en la superficie se forma una especie de costra fina, conocida como tensión superficial). Su aplicación está indicada en manos y pies, aunque puede hacerse en otras partes del cuerpo.

Técnica de aplicación

Antes de realizar las inmersiones se recomienda el lavado previo de la parte a tratar (manos o pies), con agua y jabón, aplicar con una grasa de alcohol medicinal, dejar secar y realizar las inmersiones. Se realizan inmersiones repetidas de las extremidades de 8 a 10 veces hasta obtener un recubrimiento abundante (en forma de guante), se introduce en una bolsa de plástico y luego se envuelve la extremidad con toallas para mantener la temperatura el mayor tiempo posible. Se sugiere mantener la aplicación por un periodo de 20 a 30 min (figura 8-1).

Figura 8-1. Aplicación de parafina en mano.

El efecto que se obtiene con este método es producir hipertermia de los tejidos y las articulaciones tratadas. Las indicaciones principales son contracturas y rigidez articular en manos y pies, las cuales son producidas las enfermedades reumáticas, donde las lesiones periarticulares y articulares son más manifiestas por el engrosamiento de la membrana sinovial y acortamientos de tendones y ligamentos. Este calentamiento produce analgesia y permite movilizar de forma más sencilla las articulaciones, ya sea de manos o pies.

Contraindicaciones

En zonas que presenten alteración o deficiencia de sensibilidad, así como de riego sanguíneo. En la sinovitis aguda o subaguda, en los procesos con tendencia al sangrado o con fragilidad capilar (como ocurre en pacientes con tratamientos prolongados de esteroides), hemofilia con traumatismos agudos, debido a que se favorece la extravasación de sangre y se produce aumento de edema (en las primeras 24 horas del traumatismo), en zonas

con sospecha o presencia de neoplasias, además en heridas y lesiones de la piel.

Parafangos

Este método es muy empleado en Europa. Consiste en una mezcla que contiene fango (lodo) volcánico, ácido carbónico, cal, azufre, hierro (todo esto conforma un grupo de sales minerales) y parafina. Requiere de un equipo especial que mantiene caliente y en agitación la mezcla, la cual se vierte sobre unos moldes plásticos para ser aplicados. Suelen encontrarse entre los 48 a 50 °C.

Por su fácil moldeado se pueden aplicar en superficies difíciles como manos, pies y en zonas que requieran de grandes extensiones, como la lumbar. Sus indicaciones son similares a las de la parafina, por la transmisión de calor mejora el dolor y las contracturas musculares.

Contraindicaciones

Proceso hemorrágico, zonas con insuficiencia vascular, sensibilidad alterada, heridas, áreas con posible proceso neoplásico, así como infecciones activas de la piel.

Compresas químicas de hidrocoloide

Son bolsas de lona que contienen sílice o un hidrocoloide destilado de petrolato, se calientan a 76 ºC y se aplican envueltas en toallas sobre la superficie a tratar. Son de tamaños y formas diversas que facilitan la aplicación en las distintas zonas de tratamiento, los de 60 x 60 cm son para zonas amplias como la región lumbar y el glúteo, las de 15 x 45 cm, para la región cervical y las de 30 x 30 cm son las convencionales para el resto de los segmentos corporales (figura 8–2).

Figura 8-2. Las compresas químicas pueden ser de diversas formas, lo cual facilita su aplicación en las diferentes formas. Aquí se muestra una compresa cervical y otra universal.

La duración es de 15 a 20 min. La respuesta obtenida es un aumento de la temperatura de los tejidos, se produce un efecto relajante con disminución del espasmo y del dolor, así como mejoría de la circulación.

Fluidoterapia

Es un método novedoso dentro del tratamiento de la fisioterapia. La unidad de fluidoterapia es un sistema de calor seco (figura 8–3), utiliza una corriente de aire caliente, la cual hace que las partículas sólidas adquieran temperatura y tengan las propiedades de un líquido. Su efectividad terapéutica está en la combinación simultánea del calor, el masaje, la flotación, estimulación sensorial para desensibilización y cambios de presión.

Figura 8-3. Unidad de fluidoterapia.

Estas oscilaciones de presión pueden minimizar el edema, incluso con tratamientos de temperaturas muy elevadas. Es ideal en el manejo del dolor, para el mejoramiento del arco de movilidad y lesiones agudas. Hay

incremento de la temperatura de la extremidad tratada, permite un aumento del flujo sanguíneo hasta seis veces y que la tasa metabólica sea cuatro veces la basal en adultos sanos.

Esto produce sedación, así como por la estimulación del mecano y termo receptor reduce la sensibilidad al dolor.

La temperatura favorece la elasticidad del tejido, mejora su movilidad. Los tratamientos deben ser de 20 min; la temperatura estará entre los 43 a 55 ºC, además se realizan ejercicios activos y pasivos durante el tratamiento.

Ultrasonido

Vibraciones mecánicas, en un medio no elástico, que oscilan a frecuencias mayores a los 1 600 Hz y determinada longitud de onda, que utilizan la reversibilidad del piezoeléctrico.

Sonido: vibración mecánica producida por un medio elástico que oscila entre los 16 Hz y los 16 000 Hz. (Hz unidad de medida de frecuencia).

Intensidad ultrasónica: es la energía que pasa en un segundo por cada centímetro cuadrado (cm^2) de una superficie perpendicularmente puesta en dirección de la emisión, su unidad es W/cm^2.

Naturaleza de onda ultrasónica: son compresiones y dilataciones de sentido longitudinal, periódicas de la materia y se propaga a través de la misma a una velocidad determinada por el generador que las ocasiona.

Longitud de onda de los ultrasonidos: las compresiones y dilataciones siguen un ritmo determinado que representa la frecuencia del diapasón y según la rapidez en la sucesión de los mismos. La longitud de onda del ultrasonido es de manera directa proporcional a la velocidad e inversa proporcional a la frecuencia.

Propiedades de las ondas ultrasónicas

Reflexión: la onda regresa a partir de la superficie del nuevo medio, el ángulo de incidencia es igual al de reflexión.

Transmisión: la onda se desplaza en el nuevo medio y se refracta si no incide con un ángulo de 90°.

Absorción: cuando las ondas atraviesan un medio, algunas se observan y en este fenómeno chocan con partículas produciendo un calentamiento considerable, lo que implica una disminución de su intensidad.

Área de radiación efectiva (ERA): el elemento piezoeléctrico no vibra de

manera uniforme, por ese motivo el área de radiación efectiva es más pequeña que el área del cabezal. Los equipos empleados para el tratamiento oscilan entre los 0.7 y 3 MHz.

El ultrasonido puede emplearse no sólo como diagnóstico, sino de forma terapéutica e incluso como el medio para introducir, a través de la piel, sustancias medicinales (conocido como **fonoforesis**).

El método de generación del ultrasonido es por medio de transductores electro acústicos mediante la aplicación de presión sobre un cristal de cuarzo y a ciertos materiales policristalino como el titanato de bario, esto produce cambios eléctricos en la superficie externa del material, conocido con el nombre de efecto piezoeléctrico.

El efecto piezoeléctrico es reversible, debido a que si se expone el cristal a una corriente eléctrica alterna, se experimentan cambios en la forma, de acuerdo con la frecuencia del campo eléctrico de manera alternante, de esta forma se convierte el material en una fuente de sonido.

En la actualidad, se utiliza un cristal de cuarzo de titanato de bario y el titanato de plomo-circonato para generar la onda ultrasónica, debido a que estos tipos de cristal presentan propiedades ferroeléctricas, por ser estimulados a baja intensidad eléctrica y la otra por ser más resistentes a los choques mecánicos (figura 8–4).

Figura 8-4. Esquema del ultrasonido.

A consecuencia de la corriente alterna aplicada al material piezoeléctrico, éste genera vibraciones sónicas.

El ultrasonido puede ser aplicado de manera continua o pulsada, siendo para la emisión continua la intensidad máxima de 3 W/cm^2.

Los cabezales de los equipos dependen del fabricante, en general, los convencionales están entre los de 5 y 10 cm de diámetro, además presentan un área de radiación efectiva que varía según los MHz, por ejemplo, 1 MHz de área de radiación efectiva es de 5 cm. Es importante

conocer, a grandes rasgos, las propiedades del haz ultrasónico:

a) Campo cercano: zona de Fresnel.
- Existen fenómenos de interferencia que pueden aumentar la intensidad.
- Hay ausencia de divergencia y ligera convergencia.
- A menor longitud de onda el campo cercano es mayor.
- Las acciones terapéuticas más importantes se producen aquí.

b) Campo distante: zona de Fraunhofer.
- Hay ausencia de fenómenos de interferencia, haz uniforme y la intensidad disminuye con la distancia.
- El haz de ultrasonido tiene mayor diámetro.
- Hay presencia de divergencia y haz en forma de campana.

El ultrasonido se clasifica dependiendo de su forma de emisión en:

Continuo: se mantiene la emisión sin reposo, trabaja al 100% y produce sensación térmica.

Pulsátil: mantiene su emisión con pausas de reposo, no tiene sensaciones térmicas, los periodos de continuidad son de 25, 50, y 75%.

Es importante considerar que la onda ultrasónica es de tipo longitudinal, se requiere de un medio elástico para su propagación, siendo en un principio todos los medios elásticos excepto el vacío, se entiende por medio elástico a la sustancia de contacto y a los tejidos del cuerpo en donde se propaga la energía ultrasónica.

La diseminación del ultrasonido en el cuerpo se debe a la divergencia en el campo distante y a la reflexión. El haz ultrasónico puede extenderse en el cuerpo, de forma que pueden aparecer efectos no sólo en la dirección del haz sónico, también fuera de ella.

La interferencia del haz ultrasónico dentro del campo se debe a un mal contacto o acoplamiento entre el cabezal y el tejido a tratar, es importante que el cabezal no se encuentre estático, debe ser modificado en su posición de manera constante para no producir dolor por efecto de la onda estable que causa una irritación del periostio, debido a que la capa de tejido es delgada y absorbe poca energía ultrasónica.

El valor más práctico, relacionado con la absorción, es la profundidad media (D ½), que está determinada por el coeficiente de absorción (cuadro 8–1). Si el haz iónico es perpendicular a las fibras musculares, la

profundidad media es de 0.9 cm (cuadro 8–2).

Cuadro 8–1. Profundidad de penetración		
Intensidad	**1 MHz**	**3 MHz**
Piel	11.5 mm	5 mm
Cartílago	6 mm	3 mm
Tejido graso	55 mm	16.5 mm
Tejido muscular	30 mm	10 mm

Cuadro 8–2. Relación de penetración estándar media según la intensidad		
Intensidad	**1 Mhz**	**3 Mhz**
Piel	11.1 mm	4 mm
Tejido muscular	9 mm	3 mm
Tejido graso	50 mm	16.5 mm
Tejido óseo	2.1 mm	

La mayor absorción tiene como consecuencia que disminuya la acción de la profundidad, se observa que gran parte de la energía producida por el ultrasonido es absorbida en el tejido tendinoso y por el cartílago.

La profundidad de penetración es aquélla en donde se puede esperar un efecto terapéutico. Es de vital importancia el medio de contacto que se emplea entre el cabezal del equipo de ultrasonido y el tejido a tratar (figura 8–5), el aire es un medio por completo inadecuado por la dispersión de la onda sónica. El agua es uno de los mejores y más efectivos, por lo general, se emplea un gel compuesto de agua y glicerol para dar viscosidad. A continuación se exponen dos tipos de efectos del ultrasonido: el mecánico y el térmico.

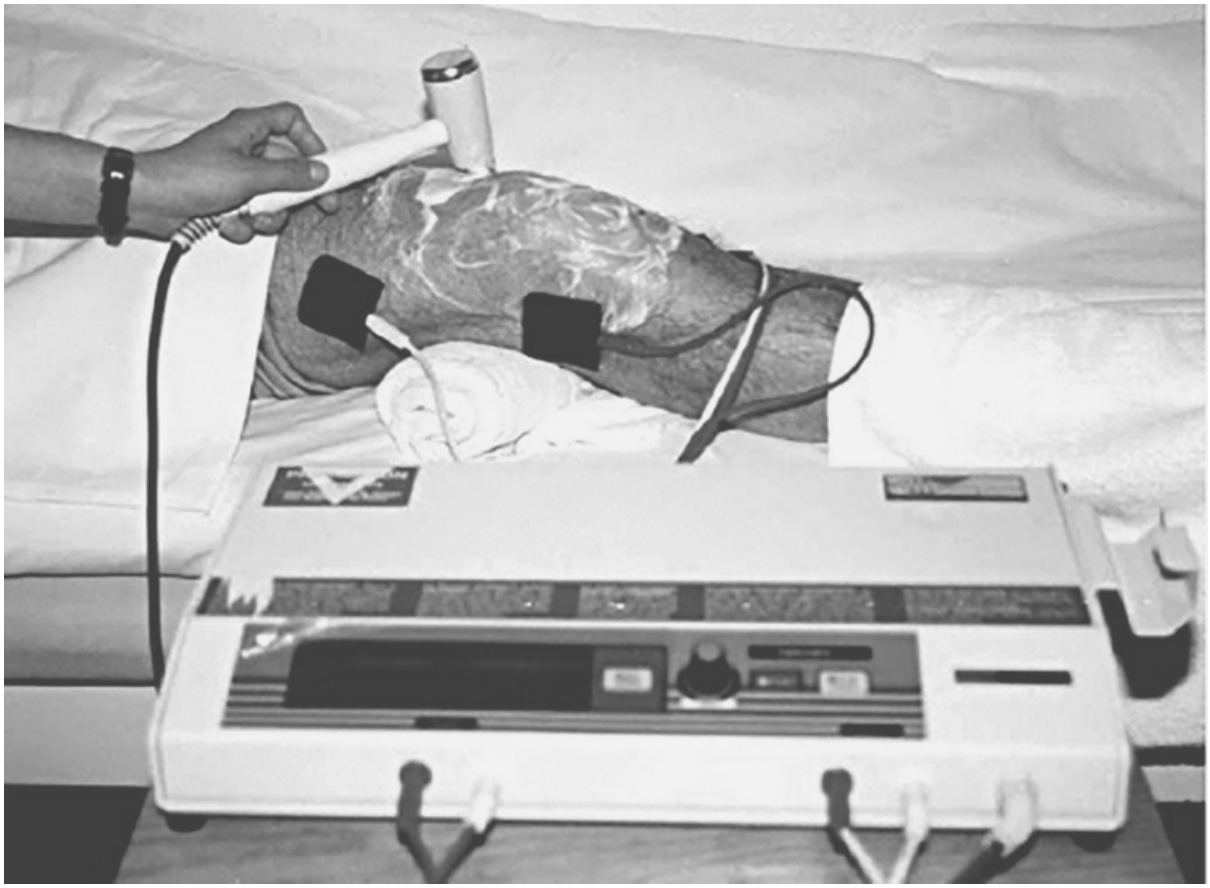


Figura 8-5. Ultrasonido con cabezal martillo, aplicación conjunta con corrientes analgésicas.

Efecto mecánico. La onda sónica, al chocar con el tejido y al ser éste deformable, causa una compresión y expansión en el tejido, a la misma frecuencia que el ultrasonido, esto produce variación de presión, y lleva a un efecto mecánico llamado **micromasaje**, que produce cambios en el volumen celular, la permeabilidad celular y tisular, además de mejorar el intercambio metabólico.

Efecto térmico. Se produce por el mecanismo de fricción del micromasaje en los tejidos expuestos a la onda sónica. Según los estudios de Lehmann, se presenta un incremento de 0.07 ºC/seg para ultrasonido continuo de 1W/cm^2, durante 5 min se produce un aumento de la temperatura a nivel de la cápsula de 6.3 ºC, en los tejidos blandos de 3.3 ºC, en la parte interna del menisco alrededor de 8 ºC y en el tejido óseo de 9.3 ºC.

El calor se genera sobre todo en los puntos de reflexión del ultrasonido, quemando en especial a nivel del tejido óseo, cartílago, tendones, tejido muscular y piel.

Efectos fisiológicos

La aplicación del ultrasonido, como ya se comentó, produce no sólo el efecto mecánico del micromasaje, también conlleva a la producción de calor por el efecto térmico, condiciona una relajación muscular, favorece la circulación sanguínea, produce un incremento de la capacidad de regeneración de los tejidos y de la permeabilidad de la membrana, la cual favorece al intercambio celular. Esto muestra que las vibraciones ultrasónicas aumentan dicha permeabilidad con cambios a nivel de la concentración de iones, que conducen a la variación de la excitabilidad celular, con un aumento del flujo protoplásmico, y favoreciendo los procesos fisiológicos de intercambio.

Tiene un efecto sobre los nervios periféricos, al parecer por producir despolarización de las fibras nerviosas aferentes. Se ha demostrado que el ultrasonido continuo con intensidad de 0.5 a 3 W/cm^2, altera la velocidad de conducción del nervio periférico. En el SNC se puede demostrar la liberación de serotonina.

Dentro del efecto regenerativo del tejido tisular, favorece el proceso de granulación del tejido, la intensidad más efectiva es de 0.5 W/cm^2 con la modalidad pulsátil a una frecuencia de 3.5 MHz.

Se emplea con gran éxito para tratamientos de procesos dolorosos, además se cree que se debe a una mejoría de la circulación tisular, así como a una normalización del tono muscular, pues existe menor excitación química de los aferentes musculares y lleva a una disminución del tono reflejo. Se puede realizar tratamiento combinado de ultrasonido con electroterapia de baja frecuencia, por lo general a través de corrientes biodinámicas o de Trävert. Glerlich, quien fue el primero en introducir este método, por el cual los **puntos gatillo** de dolor reaccionaban con gran celeridad a esta combinación.

Desde el punto de vista terapéutico, el ultrasonido complementa el efecto de la electroterapia, porque reducen en gran medida la adaptación del tejido, así los estímulos eléctricos se hacen más efectivos y pueden aplicarse durante más tiempo. Es posible la combinación con electroterapia de frecuencia media por las siguientes ventajas: no hay excitación excesiva, con una corriente alterna sinusoidal los efectos de tipo galvánico se eliminan, y al aplicar la corriente no se experimenta sensación desagradable. Si se realiza una colocación adecuada de los electrodos, la acción en profundidad es mayor.

La contraindicación de este tipo de terapia puede ser el efecto galvánico a

nivel de la piel (es poco frecuente que pueda condicionar lesiones por quemaduras).

Existe otro método de tratamiento con el ultrasonido, conocido como fonoforesis o ultrafonoforesis, éste consiste en introducir sustancias al organismo a través de energía ultrasónica, es un suplemento racional para el método clásico de incorporar sustancias en la piel mediante el masaje. Un inconveniente del masaje es que no puede aplicarse con facilidad en los tejidos hipersensibles y las sustancias activas no penetran en profundidad.

La iontoforesis hace posible introducir iones de ciertas sustancias activas en el organismo por medio de corriente continua. Con penetración mayor que el masaje, Griffin y Touchstone demostraron que el paso de pomada de hidrocortisona llegaba a profundidades de 6 cm por medio de la presión sónica. La ventaja de la fonoforesis es que las partículas a introducir en el cuerpo no tienen carga eléctrica y no se producen efectos de tipo galvánico.

Los agentes activos usados en la fonoforesis pueden ser aquellos que tengan efectos sobre la circulación, como la estamina, el nicotinato de metilo, el mucolil, los cuales son potentes vasodilatadores, se emplean en los trastornos circulatorios periféricos. Se puede realizar fonoforesis con el fin de mejorar y acelerar el proceso cicatrizal, al utilizar sustancias con acción fibrinolítica. Los agentes con efecto antiinflamatorio que en su fórmula contienen corticosteroides, se emplean en inflamaciones asépticas como tendinopatías, bursitis, entre otras.

Indicaciones

El tiempo máximo será de 15 min por sesión o puede fijar en 1 min/cm^2 de superficie a tratar. Para trastornos del tejido óseo, de los grupos musculares y articulares, secuelas postraumáticas, distensión, luxación y fracturas, es recomendable iniciar después de las 24 a 36 h después de la lesión. Está indicado para el control del edema y el dolor, favorece la cicatrización.

Para la artritis reumatoide una contraindicación relativa es cuando la articulación está caliente por alterar el colágeno articular. Se obtienen buenos resultados en la hipertonía muscular refleja en la condropatía rotuliana. En la espondilitis anquilosante, bursitis, tendinitis, capsulitis y neuropatías que cursan con atrapamientos, dolor fantasma, neuromas, lumbalgias y tratamientos circulatorios como el Raynaud, enfermedad de Buerger; la distrofia de Südeck y el edema, presentan buena evolución con

el tratamiento ultrasónico. Es útil en heridas abiertas, como las úlceras de decúbito, lesiones postraumáticas, y lesiones a nivel dérmico; en el caso de cicatrices hipertróficas adheridas son quirúrgicas.

En el manejo de la contractura de Dupuytren se observa (retracción de la aponeurosis palmar) mejoría de fibrosis, al actuar sobre las fibras de colágeno que permiten hacerse más elásticas y mejorar la contractura. Para la sonoforesis o fonoforesis, la técnica de introducción de sustancias al interior del organismo se realiza mediante el empleo de energía ultrasónica.

Contraindicaciones

- **Específicas relativas**

  Laminectomía: se dará en dosis bajas y en tiempos cortos, el fin a perseguir es el de masaje y más acción antiinflamatoria.

  En la pérdida de sensibilidad, la endoprótesis por el metacrilato de metilo, que es un cemento fijador de las prótesis y tiene un coeficiente alto de absorción, así como el material de osteoporosis presentan un pobre aumento de la temperatura (menos de 1 ºC), puesto que el metal refleja la onda ultrasónica. También se ha demostrado que la fijación interna con pernos o tornillos no constituye contraindicación, se aplica de forma dinámica y en dosis bajas.

  Tromboflebitis y varices: las vibraciones sónicas pueden causar un embolismo.

- **Específicas absolutas**

  Aplicación directa sobre el corazón: por posibles cambios en el potencial de acción del músculo cardiaco.

  Tumores: por posible desprendimiento de células iceberg y diseminación por vía sanguínea.

  Ojos: por producir cavitación y daño irreparable.

  Útero grávido: por posible daño o alteración del producto y cambios en las estructuras adyacentes.

  Testículo: como medida preventiva a la neoformación o alteración del tejido testicular y espermático.

  Placa epifisaria: debido a que produce un incremento de la osteogénesis y puede alterar el cartílago de crecimiento.

Corrientes de alta frecuencia

Son corrientes alternas las que tienen como efecto el calentamiento de los tejidos, al ser su energía absorbida por el organismo y transformadas en calor. No son capaces de producir despolarización en los nervios motores, ni una respuesta contráctil en la musculatura esquelética, ya que su longitud de onda no es lo suficientemente larga como para causar migración iónica a través de la membrana celular (nerviosa o celular).

Efectos fisiológicos

- Sobre la piel.
- Sobre el tejido óseo.
- Sobre el aparato circulatorio.
- Sobre el tejido nervioso central y periférico.
- Efecto antiinflamatorio.

Piel: la sensación de calor de la onda corta (OC) es poco intensa, debido a una débil estimulación de los nervios fotosensibles, ya que su irradiación es homogénea y altera poco la diferencia de la piel.

Tejido óseo: atraviesa el hueso como corriente de desplazamiento y calienta su interior como corriente de conducción. El tejido que rodea al hueso se calienta de manera homogénea.

Metabolismo: a partir del calor que genera actúa como catalizador de diferentes reacciones químicas, lo que estimula la actividad metabólica. Aumenta el consumo de oxígeno e incrementa la excreción de sustancia de desecho.

Sistema circulatorio: la hiperemia sobre la piel es poco manifiesta. Produce vasodilatación sobre las paredes vasculares, lo cual favorece mayor flujo sanguíneo, aporte de oxígeno y sustancias nutrientes, disminuye la resistencia periférica al producir hipotensión arterial.

Aparato locomotor: atraviesa el hueso como corriente de desplazamiento, pero los tejidos vecinos como corriente de conducción al producir calentamientos en los mismos, produce relajación y aumento de la extensibilidad del tejido conectivo.

Sistema nervioso: si el calor no es excesivo, disminuye la excitabilidad de los nervios periféricos y produce un aumento del umbral de los mismos.

Acción general: aumento de la temperatura, su extenso aumento puede estimular el centro vasomotor y producir vasodilatación superficial.

Efecto antiinflamatorio: es secundario a la hiperemia, al aumento de leucocitosis y fagocitosis.

Posición de los electrodos

Transversal: se coloca en superficies opuestas de forma que el calor se dirija a los tejidos profundos. Actuará más sobre el tejido graso.

Longitudinal: las estructuras están dispuestas en las misma dirección que las líneas del campo entre las placas del condensador. Se produce un mayor calentamiento en los músculos y tejidos secos.

Coplanar: están localizados en el mismo plano, en un lado en la parte del cuerpo que hay que tratar. La energía es absorbida por las capas superficiales.

Monopolar: se coloca el electrodo sobre el lugar de la lesión.

Microondas

Son radiaciones electromagnéticas incluidas en la banda de frecuencias que se extienden desde los 300 MHz a los 3 000 GHz, se pueden localizar en forma de potentes radiaciones, sumamente direccionales al interactuar con lo material, su energía puede ser reflejada cuando ocurre al ponerla sobre metal, se transmite con poca pérdida de energía en medios transmisores como el cristal o es absorbida por radiación de materia, lo que hace que aumente la temperatura.

Las microondas se parecen mucho a las ondas de radio, aunque son más difíciles de generar, ya que necesitan de dispositivos electrónicos especiales, como el magnetrón o el klistrón. A diferencia de la onda corta las microondas pueden focalizarse en forma de potentes radiaciones direccionales.

En fisioterapia las microondas se utilizan como calor profundo (diatermia). La producción de calor se basa en el hecho de que las moléculas orgánicas y de agua vibran con gran energía (vibración forzada), al ser sometidas a microondas de determinada frecuencia. La fricción producida entre las moléculas en vibración genera rápidamente calor. La penetración en forma directa es proporcional a la longitud de onda.

Técnica de aplicación

- Debe existir un espacio libre entre la piel y el cabezal, de 5 a 10 cm.
- La máxima cantidad de radiación debe incidir sobre la piel de la zona a tratar de forma perpendicular.

- Superficies corporales curvas e implantes metálicos contribuyen a una convergencia o divergencia de la energía en tejidos adyacentes.
- La potencia que indican los equipos es la potencia de salida, nunca la energía que penetra.

La dosis se calcula igual que en la onda corta:
- Baja: no hay sensación térmica.
- Media: poca sensación térmica.
- Alta: percepción de calor moderada, agradable y tolerable.

Principios fundamentales para su aplicación:
- Localizar con precisión la zona a tratar.
- Sensibilidad de la zona.
- Retirar elementos metálicos, vendajes, apósitos o ropa húmeda.
- Posición correcta y cómoda del paciente.
- Comentarle al paciente que debe permanecer inmóvil durante el tratamiento.
- Siempre vigilar al paciente por cualquier aumento de calor.

Precauciones:
- Fisioterapeuta debe posicionarse a dos metros de distancia del aparato.
- No irradiar prótesis metálicas.
- Retirar relojes, pulseras, cadenas o cualquier objeto metálico.

Contraindicaciones absolutas:
- Sobre tumores malignos.
- Embarazadas.
- Cartílago de crecimiento.
- Sobre los ojos.
- Sobre marcapasos.

DIATERMIAS

Se pueden describir las diatermias como la serie de radiaciones electromagnéticas que oscilan tanto dentro de un campo magnético. Pertenecen al campo de la electroterapia. Pueden ser de onda corta y de emisión continua, y pulsátil. La diatermia continua produce un efecto calórico en la profundidad de los tejidos. La diatermia pulsátil para una activación de las moléculas sin que se produzca efecto térmico.

Las diatermias se clasifican en onda corta y continua. La electroterapia de alta frecuencia se define como el empleo terapéutico de oscilaciones electromagnéticas (cuadro 8–3) que tienen frecuencia superior a los 300 000 Hz. La terapia de onda corta es una forma de electroterapia de alta frecuencia. Estas oscilaciones de frecuencias tan altas no despolarizan las fibras nerviosas, pero esta energía electromagnética se puede transformar en energía térmica, dentro de los tejidos.

Cuadro 8–3. Espectro de ondas electromagnéticas

Gama de frecuencia en Hz	Tipo de onda	Longitudes de onda en minutos	Aplicaciones
3.10 a 3.10	Onda larga	10 a 10	
3.10 a 3.10	Onda media	10 a 10	Radio
3.10 a 3.10	Onda corta	10 a 10	Terapia de onda corta
3.10 a 3.10	Onda ultracorta	10 a 3.10	TV
10 a 3.10	Microondas	3.10 a 10	Radar

Las ondas comprendidas entre los 10 y 100 m se denominan de onda corta, además su frecuencia oscilatoria está reglamentada desde 1947, en Atlantic City, con el fin de que no se presente interferencia con otras actividades transmisoras.

La existencia de las ondas electromagnéticas fue demostrada e investigada por Hertz en 1878. Una de las propiedades de estas ondas, es que se propagan a la velocidad de la luz, 3 x 10 m/seg. En esa época, tanto Faraday (1791-1867) como Maxwell (1831-1879) sabían que un campo eléctrico causa un campo magnético y viceversa. El sistema de transferir energía al organismo se realiza mediante el empleo de un método inductivo y otro capacitativo.

Método capacitativo

Se aplica la parte a tratar en un campo eléctrico (figura 8–6), el cual cambia con gran rapidez entre dos placas capacitativas, y actúa como un dieléctrico, se aplica un voltaje alterno de alta frecuencia en los tejidos, dando una corriente de conducción y produce calor en los tejidos. El calor se mide en joules (J) unidad internacional para la medición, de trabajo, energía y calor, la intensidad de la corriente de conducción en amperios, la resistencia en ohmios y el tiempo en segundos, además de otra corriente de

desplazamiento su cuantía producida depende de la capacidad del tejido, que está determinada por su constante dieléctrica y de la frecuencia del voltaje alterno.

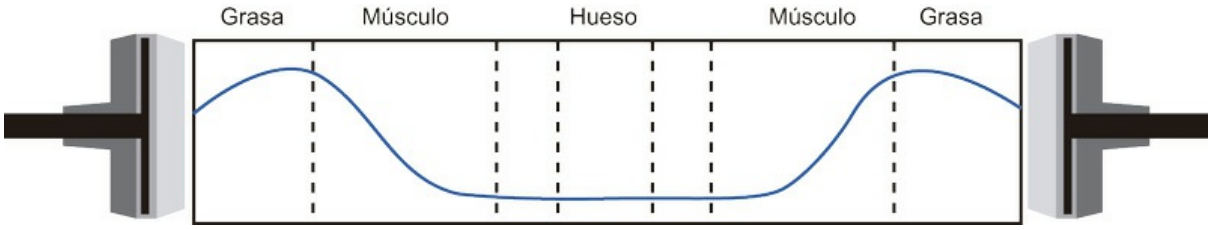


Figura 8-6. Campo de penetración de diatermia.

Ningún tejido se comporta como un aislante total, pues, por todos ellos pasa corriente de conducción y la relación de corriente de conducción y la de desplazamiento, que se produce en el tejido por el paso del voltaje alterno con cierta frecuencia, se determina por la extensión en la cual el tejido se comporta como la conexión paralela de un capacitor y una resistencia (figura 8–7). Cuando se trata de una parte saliente del organismo, por ejemplo, el maléolo, se obtiene una concentración alta de energía en el punto más sobresaliente y cercano al electrodo.

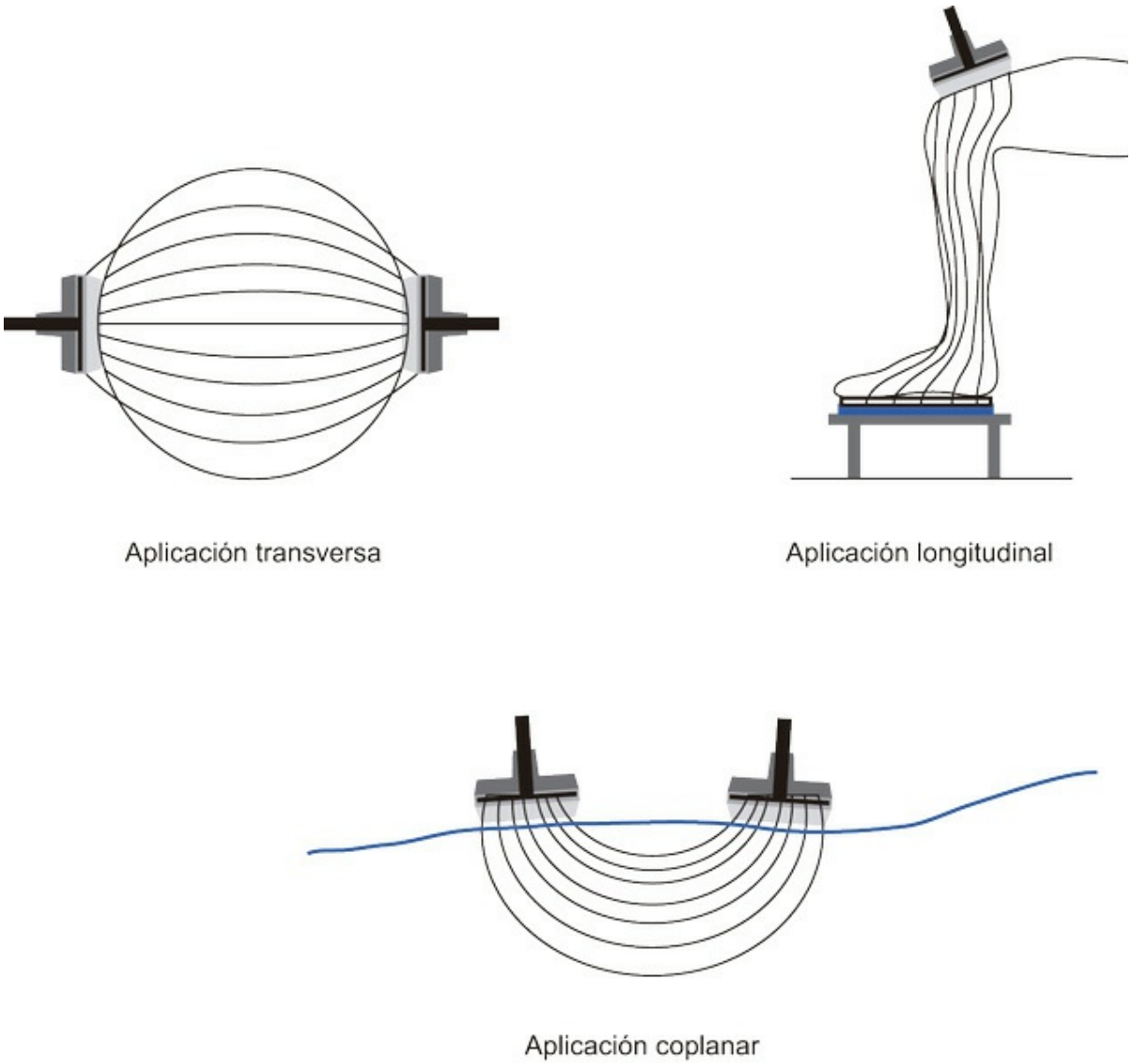


Figura 8-7. Tipos de aplicación de la diatermia.

Los metales se encuentran situados fuera o dentro del cuerpo, concentran la energía a través de ellos, esta concentración es la responsable del aumento de temperatura en el tejido alrededor del metal. Los metales implantados en el organismo constituyen una contraindicación relativa para el tratamiento de onda corta.

Método inductivo

Con este método, el efecto terapéutico que se busca es colocar la zona a tratar en un campo magnético, el cual se altera con mucha facilidad y se produce al pasar corriente alterna de alta frecuencia a través de una bobina.

Este flujo magnético que cambia con rapidez es capaz de producir un voltaje de inducción en el tejido tratado, dando lugar a corrientes de

inducción aptas para generar calor, el cual es independiente de la conductividad del tejido. Los tejidos ricos en iones y agua son los que con mayor facilidad se calientan (figura 8–8). Los electrodos pueden ser de bobina, el segmento a tratar estará fuera de ella o puede ser una espiral, estando en el caso el segmento dentro de la bobina.

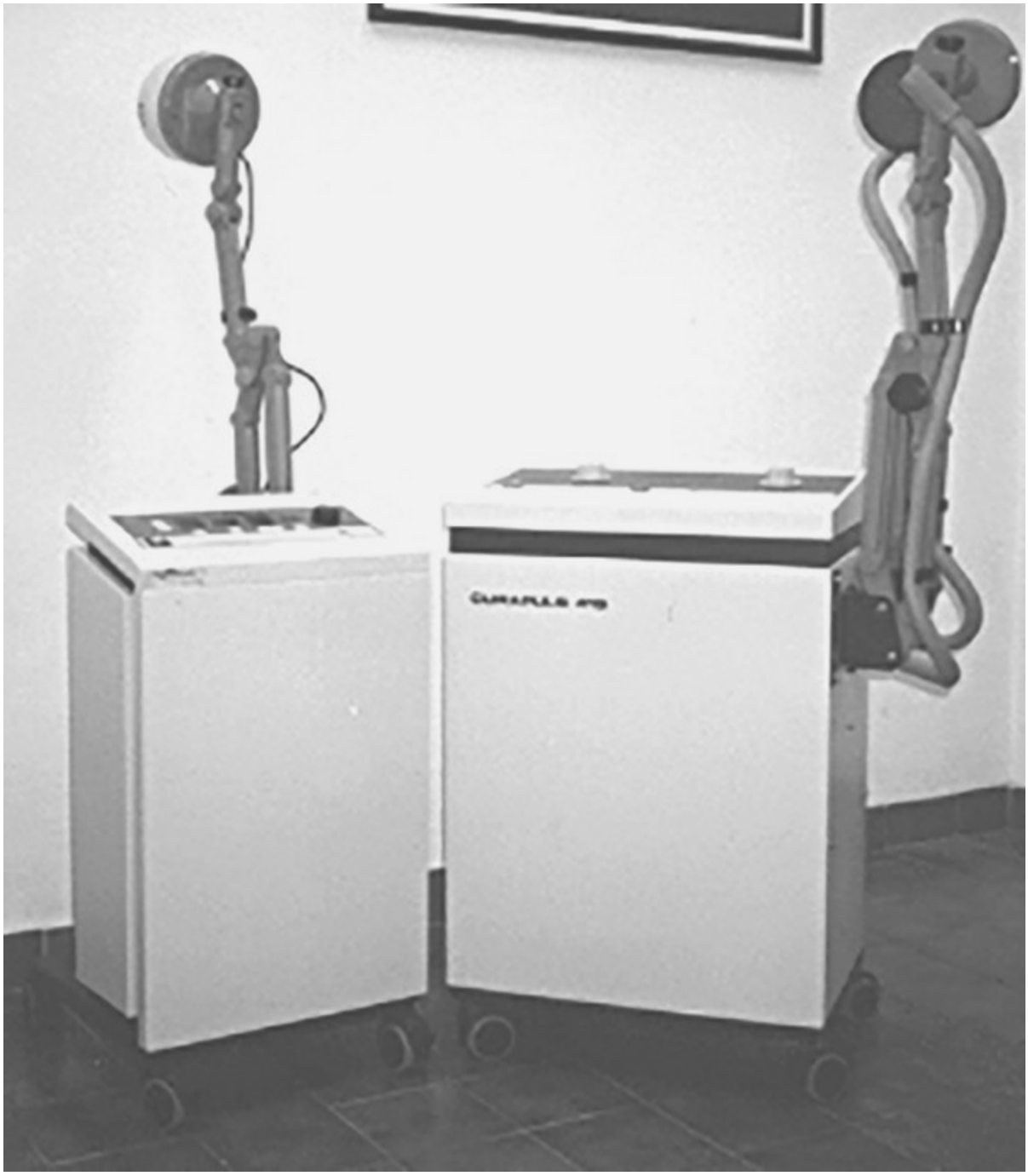


Figura 8-8. Dos tipos de diatermias, de 1 y 2 diploides.

Efectos fisiológicos

Sobre vasos sanguíneos y linfáticos, su efecto favorece la circulación y la dilatación de capilares y arteriolas, así como una excelente movilización de la linfa que aumenta la capacidad de absorción de la misma.

Los efectos observados a nivel sanguíneo son: presencia de leucopenia al principio, para pasar rápido a una leucocitosis, la cual perdura hasta 24 h, después depende sobre todo de los linfocitos. Se aumenta el proceso de fagocitosis, así como la velocidad de sedimentación globular (VSG), se reduce el tiempo de coagulación y se presentan cambios a nivel de la glucemia.

Efectos metabólicos

Se produce una vasodilatación local, al incrementarse el aporte de nutrientes y oxígeno, asimismo, se realiza un efecto de eliminación de detritus. Tiene efectos sobre el sistema nervioso periférico, con un efecto inhibidor directo sobre las fibras sensoriales del dolor. También se puede presentar un alivio del dolor por el aumento circulatorio, además de reducir la presión tisular causada por acumulación de fluido; al incrementarse la capacidad de reabsorción, se elimina un factor causal del dolor en los procesos traumáticos inflamatorios. Existe un incremento en la velocidad de conducción de las fibras nerviosas periféricas por un aumento de la temperatura. Se produce un efecto de relajación de los tejidos al elevarse la temperatura, y al ser los músculos atravesados de manera lateral, se produce una reducción del tono gamma.

En cuanto al efecto sobre el SNC, se observó que con las aplicaciones locales, por ejemplo, sobre de hipófisis, se mejora el funcionamiento de la glándula.

Dentro de los efectos generales, Scott menciona que hay un aumento de temperatura, así como una reducción de la presión sanguínea, puede producir somnolencia y fatiga.

Onda corta pulsátil

Con este método se percibe en baja proporción el calor recibido, este tipo de calor es recomendable en aquellos pacientes con problemas de mala circulación, no se aconseja que la temperatura aumente demasiado durante el tratamiento.

Los efectos terapéuticos obtenidos con la onda corta pulsátil son: cicatrización más rápida de las heridas, se produce un efecto analgésico, mayor consolidación de fracturas, una estimulación potente de la

circulación periférica, así como mayor reabsorción de hematomas y edemas.

Indicaciones específicas

En esguinces, fracturas, contusiones, hematomas y en las curaciones de la piel. Se puede emplear en los posoperatorios de cirugía mandibular, cirugía de cadera, así como en procesos inflamatorios; osteítis crónica, sinusitis y bursitis.

Contraindicaciones

Procesos neoplásicos, implantes, marcapasos, útero grávido, tuberculosis, hipertermia, trombosis y procesos infecciosos crónicos.

CRIOTERAPIA

Los medios que se emplean en crioterapia pueden producir su efecto refrigerante por tres fenómenos físicos distintos: conducción, conductibilidad y vaporación.

Conducción: es cuando el medio empleado se pone en contacto directo con lazona a tratar. Por ejemplo, compresas frías o *cold packs*.

La magnitud del cambio de temperatura y las modificaciones biofísicas van a depender de:

- La diferencia de temperatura entre la compresa fría y los tejidos. Cuando mayor sea la diferencia de temperatura entre el objeto aplicado y el tejido sobre el que actúa, mayores serán los cambios o resultados obtenidos.
- El tiempo de exposición; se necesitan exposiciones más prolongadas para obtener buenos resultados en el enfriamiento en tejidos más profundos. (subcutáneo y muscular).

Conductibilidad: depende del área sobre la que actúa el frío; no todos los tejidos tienen la misma capacidad para conducir o transmitir, la medida de ésta se conoce como conductibilidad térmica y está relacionada con el contenido de agua en los tejidos, pues los músculos tienen un contenido de agua mayor al del tejido graso.

El tipo de agente utilizado; en el grado de enfriamiento influye la forma de aplicación, se consigue más enfriamiento con bolsas de hielo que con compresas frías.

Vaporización: se produce mediante la utilización de líquidos fríos volátiles, que se introducen en recipientes bajo presión.

El vapor frío en contacto con la piel extrae calor, son insignificantes los cambios de temperatura que se produce tanto en músculos como en el tejido subcutáneo.

Efecto del frío sobre los nervios periféricos: la aplicación de frío produce una disminución del dolor sobre el área tratada, esta se debe a la acción directa sobre las terminaciones nerviosas sensoriales y las fibras receptoras del dolor.

El frío produce una disminución de la velocidad de conducción de los nervios periféricos y una reducción o bloqueo de su actividad sináptica, lo que provoca un efecto analgésico. Las fibras nerviosas varían de su sensibilidad al frío según su grado de mielinizacion.

Efectos sobre la fuerza muscular: se debe, por una parte, a su acción sobre el proceso contráctil y por otra al efecto de la temperatura sobre la transmisión neuromuscular.

La función muscular mejora en las horas siguientes al enfriamiento, sobre todo cuando el frío ha sido de corta duración y es por la mejoría en la circulación.

Cuando la exposición al frío se alarga, la temperatura del nervio disminuye, así se reduce la potencia muscular debido a la reducción del flujo sanguíneo.

La capacidad para sostener una contracción muscular máxima depende de la temperatura y a resultado ser máxima a los 27 °C. Por encima de esta temperatura el incremento del metabolismo celular provoca un comienzo de fatiga y por debajo intervienen ciertos mecanismos como el de la viscosidad, que impiden la buena realización de ejercicios.

La rigidez articular de origen mecánico aumenta con el enfriamiento, debido a la viscosidad del líquido sinovial y de los tejidos conectivos articulares y periarticulares.

Formas de uso

Bolsas de hielo: es un método barato, (bolsa con hielo molido o *frappe*) se obtiene un enfriamiento de mayor intensidad y duración en tejidos profundos superando a las bolsas de gel.

Se recomienda una duración de tratamiento de 20 min para obtener un enfriamiento adecuado en tejidos profundos.

Para el tratamiento en lesiones agudas, debe acompañarse de compresión

firme y de elevación del segmento lesionado. Se debe aplicar cada 2 a 3 h. Esta aplicación intermitente de frío se realiza durante las primeras 12 a 24 h a partir de que se produzca la lesión.

Toallas o compresas frías: las toallas o compresas se introducen en un recipiente con hielo y agua, se extraen y se escurre el exceso de humedad, este método sirve para tratar áreas más grandes.

El enfriamiento alcanzado con este método es muy superficial y es necesario, cambiar la toalla o compresa cada 5 min, pues el calentamiento se produce rápidamente.

Masaje con hielo (criomasaje): se utilizan cubos de hielo para poderlos manipular fácilmente, y con ellos se frota la región a tratar con un lento y enérgico movimiento.

Se emplea cuando las áreas a tratar son pequeñas. Con esta técnica la temperatura alcanzada no debe de ser menor a los 15 °C. Una de sus indicaciones más frecuentes es antes de un estiramiento músculo tendinoso.

Indicaciones de crioterapia:

- Cuadros postraumáticos agudos.
- Espasticidad.
- Quemaduras.
- Dolor.
- Procesos inflamatorios.

Contraindicaciones de crioterapia:

- Trastornos vasculares periféricos.
- Afecciones con vasoespasmos.
- Ateroesclerosis.
- Hipersensibilidad al frío.
- Enfermedad de Raynaud.

Compresas frías

Indicadas en cualquier lesión aguda musculosquelética. Las compresas se enfrían a 10 ºC y se aplican envueltas en toallas sobre la zona a tratar (figura 8–9), esto auxilia para prevenir o reducir la aparición del edema, disminuye el espasmo y el dolor. El tiempo de aplicación es de 20 min.

Figura 8-9. Compresas fría (*cold pak*).

HIDROTERAPIA

Es uno de los más antiguos métodos terapéuticos y preventivos de enfermedades, por sus propiedades térmicas, mecánica y química. La hidroterapia puede ser aplicada a distintas temperaturas (cuadro 8–4).

Cuadro 8–4. Temperaturas de la hidroterapia	
Caliente	37.7 a 42.2 °C
Neutral	35.0 a 37.7 °C
Tibia	29.4 a 35.0 °C
Fría	18.3 a 23.8 °C
Muy fría	4.4 a 18.3 °C

El calentamiento local superficial se indica en casos subagudos para reducir el dolor y la inflamación. Este calentamiento superficial produce una diferencia de temperatura entre la zona con lesiones y los tejidos superficiales, lo que origina analgesia.

El calor producirá vasodilatación, al hacer que los capilares se abran y aumente la circulación, cabe recordar que la piel está inervada por fibras simpáticas vasoconstrictoras que liberan noradrenalina; al calentarse la superficie corporal el impulso simpático se reduce, de manera que las anastomosis se dilatan, esto permite un importante flujo sanguíneo hacia los plexos venosos.

Las aplicaciones cortas con agua caliente en la superficie corporal originan el inicio de la vasoconstricción y después vasodilatación, provocando un incremento en la actividad cardiaca, la presión arterial sufre en principio un incremento para después descender y se produce sobre el sistema nervioso una acción sedante generalizada, además el músculo presenta una disminución del tono muscular y relajación.

Los baños muy calientes disminuyen la sensibilidad táctil y las glándulas sudoríparas aumentan su efecto secretor, esto favorece la eliminación de urea, ácido úrico y dióxido de carbono, asimismo, se incrementa el metabolismo.

Afusiones

Consisten en el vertido de un haz de agua laminar, sin presión, sobre todo el cuerpo o sobre puntos específicos. Las afusiones se aplican con un tubo de goma, a una distancia de la superficie corporal de 10 cm, y siempre orientado hacia abajo, sobre el paciente de pie, sentado, inclinado hacia adelante o acostado, según la zona a tratar.

La temperatura del agua en las afusiones puede variar desde muy fría hasta muy caliente, aunque las más frecuentes son las frías, con una temperatura por debajo de los 20 °C y las temperaturas de contraste entre 38 a 42 °C y de 10 a 16 °C.

La temperatura de contraste se efectúa primero con agua caliente y después con una fría, repitiendo cinco veces y se termina con fría. En las aplicaciones calientes se comienza con temperatura neutra y se aumenta poco a poco hasta alcanzar el límite, más o menos de 45°C, la cual se mantiene por un par de min. Las afusiones frías se deben aplicar durante 1 min, las de contraste de 1 a 2 min, y las afusiones calientes hasta 5 min.

Tipos de afusiones

- De rodillas: fría o de contraste.
- De cuádriceps: fría o de contraste.
- Miembro inferior: fría o de contraste.
- Dorsal: fría o de contraste.
- Completa: fría o de contraste.
- De miembro superior: fría o de contraste.

Envolturas: son grandes piezas de tela en las que se envuelve el cuerpo o parte de él. Éstas pueden ser secas o húmedas, calientes o frías, parciales o completas.

Baños calientes: la temperatura del agua oscilará entre los 37 y 40 °C si es un baño general y en los baños parciales pueden utilizarse temperaturas hasta el límite de tolerancia a 45 °C.

Se utilizan para aumentar la temperatura y el flujo sanguíneo de los tejidos por su efecto analgésico y antiinflamatorio; por su acción antiespasmódica y relajante muscular, por su efecto sedativo, para disminuir la rigidez articular, entre otros.

El tiempo del baño es más o menos entre los 5 y 20 min y se adapta en cada caso, teniendo en cuenta las condiciones médicas del paciente (estado general, tensión arterial, enfermedad cardiaca o vascular o respiratoria).

Baños fríos: la temperatura del agua va entre 10 y 18 °C, la introducción del cuerpo o zona a tratar es de forma lenta y progresiva, y la duración del baño es variable, según cada caso: 10 a 20 seg los baños completos y hasta 30 seg los parciales, si el baño se utiliza para reducir el dolor, el edema, espasmos musculares, afecciones traumáticas o neurológicas, puede durar entre 15 y 20 min.

Después del baño se tapará muy bien al paciente y se mantendrá en reposo de 30 min a 1 h e inmediatamente después de la aplicación se pueden hacer estiramientos por su efecto analgésico.

Es muy importante realizar precalentamiento, mediante ejercicio antes de introducir el cuerpo o parte de él en un baño frío, al igual que en cualquier técnica de hidroterapia en la que se utilice agua fría.

Indicaciones

Artritis atrófica, neuritis, miositis, fibrositis, espasmo y dolor.

Contraindicaciones

Estados febriles, hipertensión marcada, arteriosclerosis, diátesis hemorrágica, cardiopatías, hipotensión y astenia.

Aplicaciones de agua fría

Al principio produce una vasoconstricción periférica, la presión arterial sufre una elevación y luego desciende (cuadro 8–5).Existe un aumento del metabolismo general y basal, además se incrementa el tono muscular y un efecto analgésico, la piel sufre una palidez. Es una opción generalizada que en la fase aguda de una lesión, el frío es el tratamiento inicial en casos como esguinces, contusiones y distensiones por su efecto analgésico y antiedema.

Cuadro 8–5. Efectos de la aplicación de la hidroterapia

Nivel al que actúa	Frío	Calor
A nivel vascular	Vasoconstricción Disminución de la circulación	Vasodilatación Aumento de la circulación
Sistema circulatorio	Aumento de velocidad Aumento de concentración Leucocitosis Baja el pH (acidosis) Aumenta coagulación Aumento de glicemia	Disminución de la velocidad Aumento de dilución Leucocitosis Sube el pH (alcalosis) Disminuye tiempo de coagulación Disminuye la glicemia
Presión sanguínea	Aumenta	Disminuye
Corazón	Bradicardia Disminuye el volumen sistólico	Taquicardia Aumento de volumen sistólico
Sistema muscular	Aumento del rendimiento y suprime la fatiga	Disminuye la fatiga
Sistema nervioso vegetativo	Aumento del tono simpático	Aumento de tono parasimpático
Sistema nervioso	Favorece la relajación	Relajación muscular Disminución de sensibilidad
Metabolismo	Aumenta la velocidad de reacciones metabólicas	Disminuye velocidad de reacciones metabólicas
Piel	Aumenta la resistencia eléctrica Vasoconstricción cutánea	Disminuye resistencia eléctrica Vasodilatación cutánea

Indicaciones

Antipirético y como estimulante del metabolismo en anestesia, reduce el flujo sanguíneo, además de la velocidad de conducción nerviosa, hay

liberación de leucocitos y fagocitosis, disminución del drenaje venoso y linfático, así como de la excitabilidad muscular, hay una reducción de la formación y acumulación de edema, además produce un descanso de la permeabilidad celular.

Contraindicaciones

En la hipertensión, cardiopatías, arteriosclerosis, parálisis espástica y nefritis. Se cuenta, para la aplicación de hidroterapia, con tinas de remolinos específicas para el segmento a tratar, de miembros superiores, inferiores, de medio cuerpo o de cuerpo entero o tina de Hubbard, así como el tanque terapéutico, donde se pueden realizar movilizaciones tanto activas como asistidas por el fisioterapeuta.

Las tinas están dotadas con un sistema de bombas de aire a presión para dar el efecto de hidromasaje (figura 8–10).

Figura 8-10. Tinas de hidromasaje.

Modalidades de las tinas

Las más comunes son la tina de remolino, la tina de Hubbard y el tanque terapéutico, las cuales varían según el tamaño y el modelo.

Tina de remolino

Es la tina más pequeña, se utiliza para extremidades inferiores y superiores, la temperatura del agua oscila entre 37 a 40 °C y se agita por medio de una turbina eléctrica. El tiempo de aplicación es de 15 a 20 min.

Indicaciones:
- Heridas abiertas.
- Quemaduras.
- Estimular circulación.
- Rigidez articular.

Contraindicaciones:
- Fiebre.
- Micosis.
- Condiciones inflamatorias agudas.

Tina de Hubbard

Por lo general, utilizada para la inmersión total del cuerpo, tiene forma de herradura o de mariposa, es un recipiente de acero inoxidable que tiene un área de 7.15 m^2 y su parte media tiene un ancho de 88 cm, la parte lateral es de 1.35 m, tiene una profundidad de 55 cm y su parte más ancha es de 1.85 m, tiene alrededor de una capacidad de 628 L de agua. Se emplea una camilla de lona junto con una grúa para poder colocar al paciente dentro de la tina.

Esta tina tiene una temperatura entre 35 y 40 °C durante 15 a 20 min, está equipada con dos turbinas que se pueden mover alrededor del tanque para abarcar cualquier dirección.

Indicaciones:
- Artritis generalizada.
- Pacientes quemados.
- Cicatrices recientes.
- Fracturas.

Contraindicaciones:
- Estados febriles.
- Incontinencia de esfínteres.
- Procesos infecciosos.
- Inflamación aguda.

Tanque terapéutico

Es una modalidad de hidroterapia aplicada en una piscina, la cual combina la temperatura del agua y las fuerzas físicas de inmersión con ejercicios terapéuticos. Tiene forma rectangular, además consta de tres niveles:

- Primer nivel: 65 cm.
- Segundo nivel: 89 cm.
- Tercer nivel: 1.30 m.

Cuenta en toda su periferia y en los niveles de agua con pasamanos a diferentes alturas para facilitar el traslado y las rutinas de ejercicios de los pacientes. El piso deberá de ser antiderrapante y el paciente deberá traer ropa adecuada para alberca.

Accesorios:

- Mesa de acero inoxidable.
- Aparato de tracción de raquis.
- Taburetes.
- Sillas lastradas.
- Anillos inflables.
- Flotadores de corcho o espuma.

Efectos fisiológicos:

- Aumenta la frecuencia respiratoria.
- Aumenta la frecuencia cardiaca.
- Aumenta la temperatura.
- Disminuye la presión arterial.

Contraindicaciones:

- Incontinencia de esfínteres.
- Heridas abiertas.
- Hipertensión mal controlada.
- Pacientes hidrofóbicos.
- Pacientes psicóticos.
- Epilepsia.
- Procesos inflamatorios agudos.

Riesgos
- Micosis.
- Sinusitis y otitis bacterianas o víricas.
- Verrugas plantares por papilomavirus.
- Conjuntivitis.
- Parasitosis digestiva.

Turbina

Es una máquina que transforma en movimiento giratorio la fuerza viva o la presión de un fluido. El movimiento del agua y la del aire es regulado por una bomba de agua o turbina. La tina opera al mezclar el agua y el aire controlando la turbulencia. La turbulencia se crea y controla por la combinación del agua con el aire y por el movimiento del agua, en general, el mayor trabajo es realizado por la turbulencia. La turbina está colocada en una columna tubular, la cual se sujeta por medio de un tornillo a la tina. La función del tornillo es para ayudar a subir o bajar la turbina, así como para moverla de manera horizontal.

La turbina funciona como un mecanismo de succión de agua por el tubo impulsor, el cual hace un proceso de alto vacío regulado por medio de la válvula del agua, que permite la entrada o no de agua suficiente al ventilador, después se expulsa el aire para formar burbujas en el agua.

Partes de la turbina:
- Motor.
- Swich o conmutador de encendido-apagado.
- Soporte.
- Respirador.
- Llave de entrada de agua y drenaje de salida de agua.
- Regulador de aire.
- Expulsor de aire.
- Válvula reguladora de agua.

Precauciones:
- Limpiar el tanque y las turbinas después de usarlas.
- Utilizar un desinfectante para lavar las tinas.
- El agua deberá de cambiarse después de cada paciente.

Técnicas de aplicación:

- Verificar que el equipo esté seguro.
- Revisar que el cable esté en la polarización correcta.
- Corroborar que el orificio de entrada de agua esté por debajo del nivel de agua.
- Verificar que en el agua no exista nada que pueda tapar la turbina.

Efectos de la turbina:
- Estimula los receptores.
- Aumenta la presión hidrostática.
- Aumenta la circulación linfática.
- Procura cierto grado de movilización.
- Facilita el movimiento.

El tiempo de aplicación de la turbina es de 20 min, se considera un periodo suficiente para incrementar la temperatura de la piel, del músculo y la movilidad articular. Al acabar el tratamiento debe apagarse la turbina antes de ayudar al paciente a salir de la tina.

Duchas y chorros

Duchas

En las duchas el agua es proyectada a presión variable sobre la superficie corporal, mediante un dispositivo tubular adecuado (manguera).

En las duchas con presión además del efecto propio por su temperatura actúa el de percusión o masaje.

La percusión producida por la presión es una fuente de estimulación mecánica de los receptores cutáneos que, actuando de una manera refleja, van a producir los efectos propios del masaje más o menos profundo: relajación muscular, liberación de adherencias, analgesia, relajación, drenaje venoso y linfático, y aumento del flujo sanguíneo.

Clasificación de las duchas:
- Formas en que se produce la proyección del agua sobre el cuerpo: ducha en lluvia, en abanico, en círculo, en columna, en chorro libre, entre otras.
- Zona del organismo sobre la que se aplica: general, parcial, torácica, abdominal, vertebral, de brazos, de piernas; aplicada a cavidades: nasal, faríngea, gingival o rectal.

La diferencia entre ducha y chorro es que la ducha es por medio de una regadera por donde sale el agua dividida en gotas gruesas y el chorro de agua sale directamente de la manguera por una sola embocadura.

Al combinar temperatura, forma, presión, duración y zona corporal sobre la que se aplica, se obtiene una gran variedad de duchas y chorros que se escogen según las necesidades de cada paciente. Los efectos se dan de acuerdo con la temperatura, duración, superficie corporal y presión a la que se aplique. Para la aplicación de chorros se necesita una escalerilla de mando, en donde el terapeuta puede regular la presión y la temperatura de aplicación.

El paciente durante la aplicación del chorro, permanecerá agarrado a los barandales en las paredes para vencer la inestabilidad que puede provocar la presión de agua sobre la superficie corporal y evitar posibles caídas por la fuerza del agua.

Indicaciones:

- Afecciones reumáticas, especialmente en cervicalgias y lumbalgias por los efectos analgésicos y relajantes musculares.

Ducha de contrate o escocesa

Se necesitan dos mangueras una de agua caliente y otra de agua fría, que se manejan una con cada mano, para hacer el cambio de temperatura rápido.

Se comienza con agua caliente, de 1 a 3 min, y se sigue con la fría que dura entre 30 seg a 1 min; y así sucesivamente cada una, hasta que se concluye con la fría, el baño total dura 12 min.

Indicaciones:

- Estrés, depresión nerviosa e insomnio.

Contraindicaciones:

- Estados ansiosos y todas las insuficiencias orgánicas.

Chorro subacuático

El paciente se sumerge a una bañera de agua caliente y recibe un chorro a presión sobre determinada zona corporal, la temperatura del chorro puede ser caliente o fría, aunque con frecuencia es de 1 a 2 °C más caliente que el agua del baño, la presión del agua del chorro es variable, según las

indicaciones para cada paciente.

Ducha filiforme

Es una modalidad especial de chorros ideada en los balnearios franceses para lesiones dermatológicas, acné y puntos localizados. En la actualidad se usa de una manera específica en el tratamiento de quemaduras. Consiste en proyectar de 5 a 10 min agua estéril a una temperatura neutral, por medio de una regadera con orificios de 6 a 10 mm de diámetro y a una presión de 10 a 15 atm. Se emplea mayor o menor presión según la fase de la quemadura.

Terapia en tanque o piscina

Esta modalidad combina la temperatura del agua y las fuerzas físicas de la inmersión (flotación, presión hidrostática, factores hidrodinámicos) con ejercicios terapéuticos. Se utiliza cuando se necesita realizar ejercicios asistidos o resistidos de las extremidades, sin carga sobre articulaciones y músculos. En inmersión puede reducirse la marcha, el equilibrio y la coordinación.

También aplica para hacer ejercicio terapéutico y tiene formas y niveles muy variables. Esta terapia se usa en piscinas colectivas, de natación, de movilización y de marcha. Las características de una piscina o alberca de tratamiento son:

- Debe tener como mínimo 4 m cuadrados para que pueda tratarse a una persona.
- Debe tener una profundidad media de 90 cm a 1.5 m para ejercicios de marcha y su longitud será mínimo de 3 m.
- Forma rectangular y parcialmente enterrada, con una pared exterior de 80 a 90 cm de altura para facilitar la intervención directa del terapeuta. La parte superior será plana para permitir el uso de aparatos auxiliares.
- Profundidad de 1.30 m con fondo horizontal, si se necesitan zonas de mayor profundidad se tendrán que separar por un escalón y pasamanos.
- El acceso será por medio de escaleras con barandales, rampas y elevadores hidráulicos, para facilitar la entrada del paciente e incluso la de una camilla.

Seguridad dentro del tanque terapéutico:

- Barra de apoyo a lo largo de toda la pared.
- Materiales fijos: tabla inclinada, y silla.
- Materiales de flotación: anillos para cuello, tronco y extremidades, flotadores de corcho o de espuma.
- Materiales de traslado: chanclas de plomo para mantener el cuerpo en vertical, o estabilizador de un miembro atetosico.

Ejercicios de movilización dentro del tanque:
- Pasiva: beneficiándose de la flotación y el efecto analgésico y relajante muscular, estos ejercicios permiten la mejoría en la amplitud articular.
- Activa: ayudada por la presión hidrostática o resistida, se utilizan para conservar o recuperar la movilidad articular y ejercitar los músculos.
- Global: permite todos los ejercicios intermedios entre el movimiento elemental y la natación.
- Entrenamiento de marcha: utilizando el principio de Arquímedes y los estímulos sensoriales producidos por la presión hidrostática y por los factores de resistencia hidrodinámica, permite el apoyo precoz y progresivo.
- Facilitación neuromuscular propioceptiva: en traumatología y ortopedia, para la rehabilitación de hemipléjicos, mediante ejercicios de cadena abierta y de cadena cerrada.
- Ejercicios para equilibración estática y dinámica, y para la mejoría de la coordinación en casos de patologías del equilibrio, cualquiera que sea su etiología.

La duración del tratamiento será mínimo de 10 min y máximo de 30 min. Es conveniente iniciar progresivamente de 10 hasta llegar a 30 min, se aumentará en cada sesión. La temperatura idónea será de 34 a 36 °C.

Precauciones

Es preciso tener presente el aumento de la demanda del sistema cardiovascular y respiratorio que se produce dentro del tanque. Por eso la insuficiencia coronaria, cardiaca y la hipertensión arterial constituyen las clásicas contraindicaciones de la hidrocisnesiterapia. Además de pacientes incontinentes con heridas abiertas.

Baños de contraste

Durante la aplicación de los baños de contraste se suceden y provocan respuestas de forma sucesiva de vasodilatación y vasoconstricción, tanto a nivel cutáneo como vascular, dando como resultado una estimulación de la circulación de la zona tratada. Es prioritario considerar, antes de la aplicación, que el paciente cuente con vasos periféricos permeables y éstos sean lo suficientemente elásticos.

Estos baños e utilizan para el tratamiento subagudo de la inflamación, así como en las alteraciones sensoriales y vasculares. Se emplean dos tinas, una tiene agua fría entre los 10 y 15 ºC, en la otra agua caliente entre 40 y 45 ºC, se realizan inmersiones alternas, el tiempo de tratamiento es de al menos 20 min, con periodos de inmersión de 3 min en agua caliente y 5 min en agua fría. Se produce un efecto vasodilatador-vasoconstrictor y disminuye el edema.

La teoría es que los baños de contraste producen un efecto de bombeo. Dentro de la variedad empleada para la aplicación de frío y calor, se cuenta con la parafina, la cual es una técnica sencilla, aunque engruesa en una combinación de parafina con aceite mineral. La respuesta fisiológica consiste en el aumento de la temperatura, disminución del dolor y producción de hipertermia.

Técnica de aplicación:

1. Agua caliente 10 min: agua fría 1 min.
2. Agua caliente 4 min: agua fría 1 min.
3. Agua caliente 4 min: agua fría 1 min.
4. Agua caliente 4 min: agua fría 1 min.
5. Se termina con inmersión de agua caliente por 5 min.

Indicaciones:

- Recomendable de 24 a 48 h después de la lesión.
- Se recomienda en edema agudo.
- Se puede continuar el tratamiento hasta que disminuya el edema.

Contradicción de la aplicación:

- En personas que padezcan de microangiopatia, enfermedad dibética, endarteritis-arterioesclerótica o de enfermedad de Buerguer (tromboangeitis obliterante, causada por la hinchazón e inflamación de pequeños vasos sanguíneos en las extremidades).

LUMINOTERAPIA

Rayos infrarrojos

Se encuentran fuera del aspecto visible, su longitud de onda dentro del espectro electromagnético va de los 7 600 a los 150 000º. Se dividen en dos grupos:

- Los de onda larga entre 7 600 a 15 000º.
- Los de onda extra larga, que van de los 15 000 a los 150 000º, la fuente artificial que se emplea son las bombillas de cristal al vacío con filamentos de tungsteno.

Estas fuentes artificiales pueden ser:

- Luminosas, cuyo filamento se ha calentado en tal forma que produce luz, éstos son los más penetrantes, 3 mm.
- No luminosas, son aquellas en donde el filamento sólo llega al rojo vivo.

El principal efecto físico de los rayos infrarrojos es el calor, las ventajas de la radiación infrarroja son las de aumentar la temperatura y la circulación, esto produce un efecto sedante sobre las terminaciones nerviosas superficiales, aumento de la frecuencia respiratoria, disminución de la presión arterial por vasodilatación, incremento general de la actividad reticuloendotelial, así como la diaforesis, y la pérdida de agua, urea y sustancias nitrogenadas.

Indicaciones

Las fuentes luminosas producen hipertermia marcada, relajación de los tejidos, reabsorción de los productos de reacción traumático-inflamatorios y como consecuencia, disminución del dolor y el edema. En traumatismos subagudos (24 h después de los mismos), en osteoarticulares y musculares, luxaciones, tenosinovitis, neuralgias, neuritis y artritis.

Contraindicaciones y precauciones

En procesos febriles, por incrementar la temperatura corporal. Debe haber precaución en alteraciones de la sensibilidad, así como evitar exposiciones prolongadas de los ojos, se recomienda protegerlos con paños húmedos.

Las lámparas luminosas por lo general se aplican de modo directo sobre la zona a tratar, a una distancia de 20 a 50 cm, alrededor de 10 a 15 min según la superficie a tratar. Las lámparas no luminosas, para dar mayor cantidad de calor, se aplican a distancias entre los 20 y 60 cm, los tiempos de tratamiento son entre los 10 y 30 min (figura 8–11).

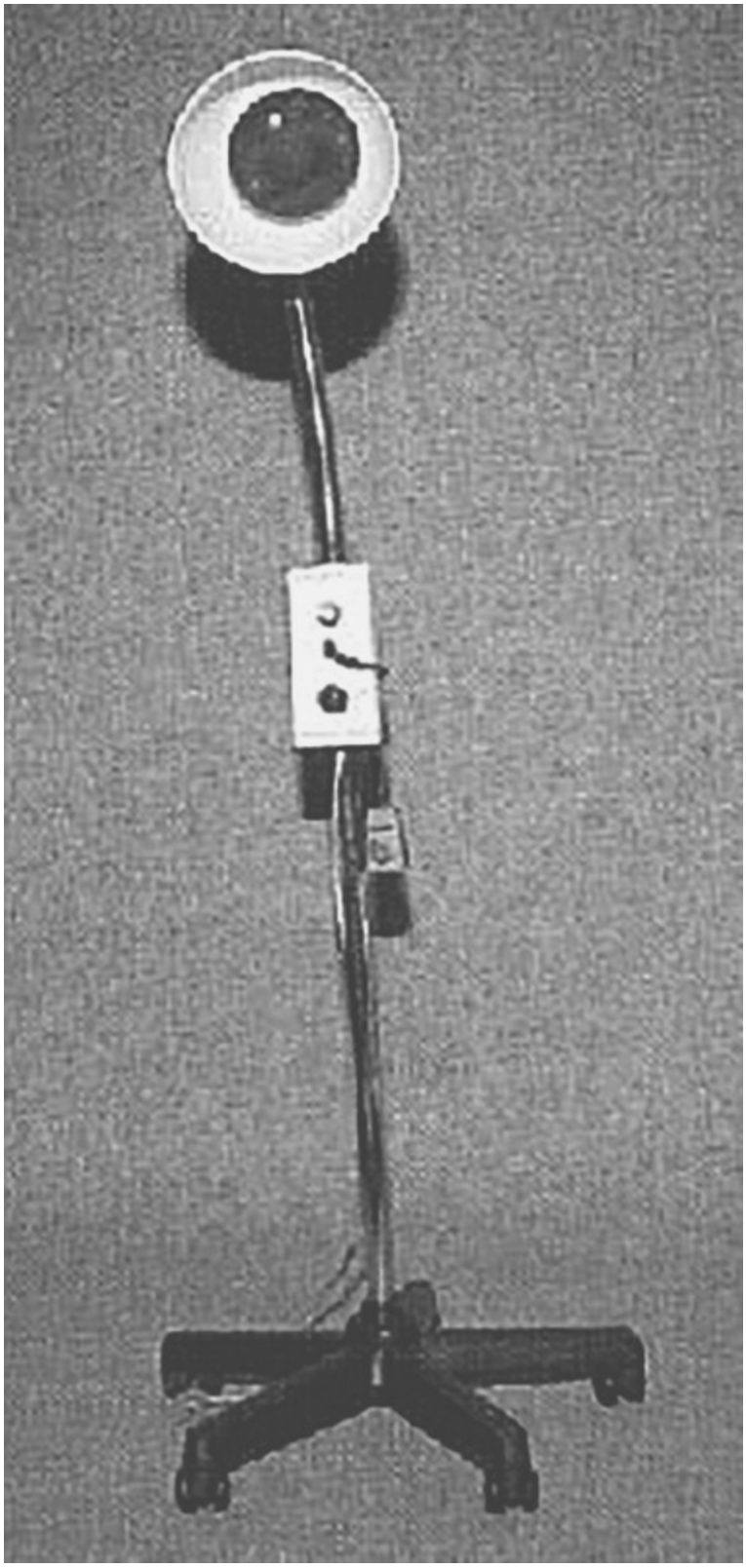


Figura 8-11. Lámpara de rayos infrarrojos con termostato.

Las precauciones que se deben tomar la evitar una aplicación inadecuada de rayos infrarrojos son:

- Producción de una quemadura local
- Aparición de lipotimias en zonas extensas
- Aparición de cataratas en caso de exposición prolongada y continua.

Precauciones que se deben tener para el paciente son:
- Mantener los reflectores limpios
- Quitar elementos metálicos como reloj y revisar la zona cada 3 min.
- Mantener el tratamiento entre 15 a 20 minutos.
- Proteger los ojos con gasas húmedas de espesor suficiente.
- Proteger zonas sensibles al calor, pezones, genitales y piel nueva o atrófica.

Radiación ultravioleta

Es una de las técnicas más antiguas de tratamiento, los griegos y egipcios atribuían numerosas propiedades curativas a la luz del sol. La radiación ultravioleta se encuentra en la banda del espectro que abarca desde los 2 000 hasta los 4 000 D, se absorbe en el organismo a una profundidad aproximada de 1 a 2 mm, sus efectos son principalmente químicos, incluyendo una mayor producción de esteroides.

Dentro del espectro electromagnético, la radiación ultravioleta se divide en tres tipos:
- Ultravioleta A (UV cercana), entre los 3 200 a 4 000 D.
- Ultravioleta B (UV media); se encuentra entre los 2 900 a 3 200 D y se asocia a las quemaduras solares y con los cambios dérmicos de la edad.
- Ultravioleta C (UV de onda corta), varía entre los 2 000 a 2 900 D, su efecto principal es bactericida.

Fuentes de producción:
- La fuente principal es la radiación solar.
- Vapor de mercurio.
- Lámparas de arco carbónico.
- Lámparas de inducción.
- Lámparas de cuarzo caliente.
- Lámparas de cuarzo frío.
- Lámpara solar.
- Lámpara de luz negra.
- Lámpara fluorescente.

Acción biológica:

- Fotoquímica (acelera reacciones químicas).
- Síntesis de vitamina D.
- Acción carcinogénica.
- Pigmentación de la piel.
- Estimulación de la queratogénesis.
- Formación de eritema (por la absorción de fotones).

Técnicas de aplicación:

- Conocer bien el funcionamiento del aparato UV. La suciedad de lámparas y reflectores produce alteraciones en la calidad de emisión.
- Deben protegerse los ojos del paciente, tanto de la radiación directa como de la radiación dispersa; para ello deben utilizarse gasas empapadas en agua o protectores especiales.
- Los *timer* deben de ser exactos para medir el tiempo de tratamiento.
- Debe medirse la distancia a la piel, nunca estimarla.
- Las cicatrices y área de piel atrófica se deben proteger.

Efectos fisiológicos

- Efectos locales: se presenta eritema inmediato, aparece 24 a 48 h después de la radiación, siendo la reacción fotoquímica la que actúa sobre las sustancias vasodilatadoras y hay producción de provitamina D.
- Se mejora la elasticidad y el tono a nivel de la dermis.
- Se estimula la movilización de melanocitos, con incremento de la pigmentación de la piel.
- Provoca aumento del contenido de oxígeno activo en los lípidos de la piel, lo cual puede tener una acción bactericida.
- Los factores que determinan el grado de eritema son: la sensibilidad de cada paciente, distancia de la lámpara, duración de la exposición, intensidad de la radiación, así como la textura de la piel, debido a que las pieles blancas son más sensibles.
- En los ojos los efectos aparecen entre las 6 y 24 h después de la exposición, es una inflamación aguda (fotoqueratitis). Se produce una conjuntivitis acompañada de eritema de la piel adyacente con sensaciones de cuerpo extraño, e incluso se pueden producir cataratas y ceguera.

Efectos generales

- Hay un aumento del número de eritrocitos, se produce leucocitosis.
- Aumento del poder bactericida de la sangre e incremento de las infecciones.
- Descenso transitorio de la presión sanguínea por haber hipertermia cutánea, disminución de la viscosidad sanguínea, e hipotermia del simpático.
- Mejoría del tono muscular.
- Aumento del metabolismo proteico.
- Disminución de la glicemia por probable aumento de la oxidación.

Técnica de tratamiento

La determinación de la dosis mínima de eritema precederá a todo tratamiento de rayos ultravioleta, esto es una prueba necesaria para poder determinar la dosis mínima precisa. Dicha dosis se manifiesta como un ligero enrojecimiento de la piel. Se emplea una plantilla de cartón con orificios de 5 cm de diámetro, se hacen exposiciones a la radiación ultravioleta con aumento de 15 seg cada uno.

Cuando aparece la zona de piel expuesta con un ligero **sonrosado**, es la dosis inicial del tratamiento, luego después de cada sesión, se incrementan 15 seg las exposiciones a los rayos ultravioleta, hasta alcanzar un máximo de 2 min. Si aparecen quemaduras o descamaciones, son signos de exceso de radiación, por tanto se disminuirá la dosis. La distancia de la piel a la lámpara, por lo general es de 10 a 15 cm, asumiendo un ángulo de incidencia de 90º.

Indicaciones

En psoriasis, acné, foliculitis, heridas sépticas, pitiriasis rosada, tiña del pelo, sinusitis, raquitismo, tetania o espasmofilia (tetania infantil por deficiencia metabólica del calcio), osteomalacia, tuberculosis no pulmonar e ictericia posnatal. Raquitismo, tratamiento de ulceras y heridas, bronceado.

Contraindicaciones y efectos adversos

En tuberculosis pulmonar activa y progresiva, pelagra, porfiarias, sarcoidosis, lupus eritematoso, herpes simple, insuficiencia renal y hepática, dermatitis generalizada, arteriosclerosis avanzada,

fotosensibilización conocida o iatrogénica, diabetes mellitus grave y alteraciones cardiacas graves. Piel atrófica, amplio de medicamentos fotosensibilizantes, carcinoma de piel.

Efectos adversos:
- Reacción polimorfa a la luz.
- Urticaria solar.
- Porfiria.
- Melasma.
- Envejecimiento de la piel.
- Fototoxicidad.

Láser

Antes de discutir el uso del láser como agente terapéutico, el lector debe entender cómo se produce el láser y qué lo hace, entre otras formas de luz. Éste es uno de los pocos descubrimientos de nuestra época en los cuales no ha intervenido la guerra de manera directa, debido a que se ha desarrollado después de la Segunda Guerra Mundial.

Su creador fue, como en otros tantos casos, Einstein, cuando propuso el concepto físico de la emisión estimulada como una relación del átomo y sus componentes. Einstein pensó que un estímulo podría ser la causa para que la configuración de los electrones se modificara de manera momentánea, su retorno a su configuración original liberaría energía adicional en forma de fotones, que son las unidades básicas de la luz.

Tower, Basow y Prodorow retomaron las investigaciones de Einstein y sentaron las principales bases físicas y técnicas, abriendo el camino para la fabricación, en 1962, por White y Rigden, del primer aparato de láser con helio-neón. En 1964, McGuff realizó la primera publicación sobre el empleo del láser en cirugía.

Con el progreso de los experimentos quirúrgicos, se observó que la cicatrización de los tejidos tratados con láser se aceleraba, al igual que la reepitelización. Esto, llevó a varios investigadores a iniciar estudios sobre los efectos bioestimulantes de las irradiaciones láser.

Espectro lumínico

Las diversas formas que presentan la energía radiante o radiación electromagnética se reúnen en el llamado espectro electromagnético, el

cual se divide en diferentes bandas caracterizadas por sus frecuencias o longitudes de onda.

La energía radiante está constituida por movimientos ondulatorios o también puede considerarse como haces de partículas o cuantos de energía luminosa, llamados **fotones**.

La luz visible está compuesta en realidad por una serie de colores, cada uno de ellos se caracteriza por una longitud de onda determinada. Estos colores son el rojo, el naranja, el amarillo, el verde, el azul, el añil y el violeta, de ellos el que tiene la longitud de onda mayor es el rojo mientras que el violeta tiene la menor. Sin embargo, todos estos colores no están divididos entre sí, sino que forman un espectro continuo.

El poder del rayo láser y la frecuencia a la que es producido, se miden en watts (joules/seg) o en una unidad menor, como los miliwatts.

Clasificación de los equipos láser

Según las aplicaciones y utilización que pueden encontrarse en el campo de la medicina, los sistemas láser se clasifican en tres grandes grupos según su potencia y la posible peligrosidad de su empleo:

- Baja potencia; tipos I y II: emite luz roja visible, su potencia es muy baja, dañan la visión a la exposición continua y directa del haz en los ojos. Se emplean para la lectura de códigos de barra en las tiendas.
- Potencia media; tipos IIIA y IIIB: puede ser de infrarrojo o de luz roja visible inferior a los 50 mW. Se utilizan en tratamientos de rehabilitación y es preciso el empleo de lentes de protección durante su aplicación.
- Potencia muy alta; tipo IV: se emplean para vaporación de tejidos, pues causan destrucción tisular, también se utilizan en cirugía.

Existe una segunda clasificación de los equipos láser, según su medio de emisión:

- Láser con gas: es una mezcla de gases atómicos; por ejemplo, helio-neón, Argón o CO_2.
- Láser en estado sólido: funciona a base de una especie atómica de comportamiento metaestable, como aditivo en un vidrio o cristal; por ejemplo, el neodinio Yag.
- Láser en estado líquido: de poca utilidad.
- Láser químico: poco utilizado, como el hidrógeno.

- Láser diódico o semiconductor: el más utilizado es el de arsenuro de galio (AsGa) y arsenurio de aluminio (AsGaAl).

Efectos fisiológicos

Los efectos de la radiación láser sobre los tejidos dependen de la absorción de su energía y de la transformación de ésta en determinados procesos biológicos.

Factores que influyen en la absorción de la radiación láser

- Longitud de onda que determina el grado de profundidad en el tejido.
- La colocación del emisor respecto a la superficie de aplicación, la máxima penetración se logra en un ángulo de 90º.
- Intensidad y dosis.
- Densidad del tejido.
- Composición química.

La absorción de la radiación láser se produce en los primeros milímetros de tejido, por tanto, determinados efectos observables a mayor profundidad, incluso a nivel sistémico, no estarían justificados por una acción directa de la energía absorbida. Por ello, para describir los efectos fisiológicos, es necesario seguir un esquema según el cual la energía depositada en los tejidos produce una acción primaria o directa con efectos locales como:

Efecto bioquímico: se refiere a la estimulación y facilidad del paso del ADP a ATP en la mitocondria celular, síntesis proteica y enzimática, liberación de sustancias como histamina, serotonina y bradicinina.

Efecto bioestimulante: involucra a la interferencia de los fotones de la emisión láser con los centros de producción de fotones ultradébiles en una estructura celular, que provoca un efecto analgésico y antiinflamatorio.

Efecto fotoeléctrico: produce normalización del potencial de membrana en las células al incrementar el ATP necesario para hacer funcionar la bomba de sodio y potasio. Estos efectos provocan otros, los cuales constituyen la acción indirecta o secundaria como:

- Estímulo de la microcirculación: la radiación láser, debido a su efecto

fotoquímico, tiene una acción directa sobre el esfínter precapilar. Las sustancias vasoactivas la paralizan y producen vasodilatación capilar y arteriolar, con dos consecuencias: el aumento de nutrientes y oxigeno, así como la eliminación de catabolitos, esto contribuye a mejorar el trofismo de la zona. Por otro lado, hay un incremento de aporte de elementos defensivos, tanto humorales como celulares.

- Aumento del trofismo y la reparación: el aumento en la microcirculación, junto con otros fenómenos producidos en las células, favorece que se produzcan los procesos de reparación, lo cual contribuye a la regeneración y cicatrización de pérdidas de sustancias.

Monocromaticidad: característica principal de la emisión láser, permite aprovechar las características físicas y biológicas que posee la radiación de una longitud de onda determinada. En la actualidad, existen láseres que emiten en el visible, infrarrojos, ultravioleta e incluso, en la banda espectral de los rayos X.

Coherencia: la radiación coherente es aquella en la que todos sus fotones están en fase. Al coincidir en una misma dirección de propagación, los estados vibracionales se suman. El resultado es un efecto de ampliación en la intensidad luminosa emitida.

Direccionalidad: la disposición de una cavidad resonante, uno de los más importantes requisitos técnicos en la construcción de los sistemas láser. Dado que sólo amplifican los fotones emitidos en el sentido de un eje del material emisor, la radiación resultante posee una marcada direccionalidad de emisión, lo cual la hace idónea para diversas aplicaciones:

Efectos terapéuticos generales:

- Analgésico.
- Antiinflamatorio.
- Antiedematoso.
- Normalizador circulatorio.
- Bioestimulante del trofismo celular.

Efecto antiálgico:

- Inhibe la transmisión del estímulo doloroso y normaliza el potencial de membrana.
- Incrementa la formación de endorfinas.
- Actúa sobre las fibras nerviosa gruesa, buscando bloqueo de las fibras

finas de conducción rápida.
- Tiene acción sobre las prostaglandinas.
- Actúa sobre los procesos inflamatorios localizados, reabsorbiendo el exudado y eliminando las diferentes sustancias alógenas.

Efecto antiinflamatorio:
- Disminuye la concentración de histamina.
- Aumenta los niveles de ATP por aumento de la fosforilación oxidativa de las mitocondrias.
- Normaliza los niveles de fibrinógeno.
- Activa las defensas humorales específicas y no específicas.
- Actúa sobre la microcirculación sanguínea.

Acción sobre las heridas:
- Aumenta la celularidad de los tejidos irradiados.
- Aumento del tejido de granulación.
- Aumento del tejido conjuntivo.
- Estimula la síntesis de proteína.
- Produce un estímulo enzimático de las células epiteliales.
- Incremento de la vascularización.

Técnica de aplicación

Aplicación puntual: consiste en la aplicación del haz láser sobre diversos puntos anatómicos de la zona. Se recomienda respetar una distancia de 1 a 3 cm y que el aplicador esté en contacto con la piel y perpendicular a la zona, para aprovechar al máximo el rendimiento del haz. También se realiza la irradiación de puntos gatillo o de acupuntura.

Cuando se trate de superficies irregulares, como una articulación, se recomienda dejarla abierta para permitir una mayor transmisión de energía a las zonas interarticulares.

Aplicación zonal: en este caso la zona es más amplia, pero no por puntos. También puede utilizarse láser de cañón en cuyo extremo suele haber varios diodos, que están dispuestos de forma circular y próximos entre sí.

Dosimetría

La aplicación de láser es relativamente simple, pero se deben conocer ciertos principios de dosimetría para determinar la dosis en cada tratamiento. Todo generador láser emitirá más o menos fotones por unidad

de tiempo, según sea su potencia de emisión.

Dosis práctica:
- Efecto antiálgico:
  - Dolor muscular: 2 a 4 J/cm^2
  - Dolor articular: 4 a 8 J/cm^2
- Efecto antiinflamatorio:
  - Aguda: 1 a 6 J/cm^2
  - Subaguda: 4 a 6 J/cm^2
  - Crónica: 4 a 8 J/cm^2
- Efecto eutrófico: 3 a 6 J/cm^2
- Efecto circulatorio: 1 a 3 J/cm^2

Indicaciones

Aunque se han publicado pocos ensayos clínicos, parece haber evidencia suficiente de que el láser produce reducción del dolor, disminuye la inflamación y acelera la reparación en heridas. El mecanismo de estos efectos no está del todo aclarado, pero son cada vez más numerosos los grupos de investigadores, quienes abordan estas cuestiones, por tanto, es importante considerar las siguientes sugerencias para la aplicación del tratamiento con láser:

- Puntos gatillo.
- Reducción del edema.
- Cicatrización de heridas.
- Tejido cicatrizal.

Contraindicaciones

- Tumores cancerosos en crecimiento.
- Evitar la sobreexposición.
- Evitar la exposición directa de los ojos.
- Evitar la aplicación en el primer trimestre de embarazo.
- Evitar la aplicación en región tiroidea.
- Procesos infecciosos.
- Tumores.
- Epilepsia.
- Tiroides.
- Ganglios linfáticos.

Precauciones

- Evitar superficies reflejantes.
- Usar lentes de protección.
- Evitar manejo inadecuado del puntal.
- Dar inicio al tratamiento hasta tener el puntal colocado en la superficie a tratar.
- Verificar que la batería esté cargada.

Características técnicas del equipo láser Tech era III®

Es un equipo de baja potencia que utiliza como medio emisor, un diodo de galio arsénico infrarrojo de 904 nm. La emisión láser puede ser seleccionada en forma continua o pulsada, además de contar con una variada potencia de emisión (cuadro 8–6).

Cuadro 8–6. Frecuencia de equipo láser

Frecuencia de pulso	Potencia de emisión	Watt
500 Hz	4.5 miliwatts	.0045
1 000 Hz	9 miliwatts	.009
2 000 Hz	18 miliwatts	.018
3 000 Hz	27 miliwatts	.027
4 000 Hz	36 miliwatts	.036
5 000 Hz	45 miliwatts	.045
6 000 Hz	46 miliwatts	.046
7 000 Hz	63 miliwatts	.063
8 000 Hz	72 miliwatts	.072
9 000 Hz	81 miliwatts	.081
10 000 Hz	90 miliwatts	.090

Este equipo presenta una batería recargable con una duración de 5 h. Al igual que el modelo Lasermed 830 m, se debe instalar en un área que reúna las características antes mencionadas.

El efecto analgésico y antiinflamatorio del láser permite que esta modalidad terapéutica pueda ser útil en diversas patologías, las cuales involucran estructuras como el hueso, tejidos blandos, estructuras

periarticulares y piel. También es eficaz para disminuir el edema y para favorecer la cicatrización.

El tiempo de evolución del padecimiento no constituye una limitante, debido a que es útil en procesos agudos, subagudos y crónicos. Existen diversos factores intrínsecos del paciente que influyen en la respuesta al tratamiento:

- **Color de la piel:** a mayor pigmentación, mayor absorción.
- **Folículos pilosos**: a mayor cantidad de folículos pilosos, mayor absorción.
- **Tejido adiposo:** a mayor cantidad de tejido adiposo, mayor efecto reflejante.

Diversas disciplinas médicas cuentan con los efectos del láser como un recurso terapéutico, basta mencionar: ginecología, reumatología, neurología, ortopedia, cirugía plástica, entre otras. En el cuadro 8–7 se muestran algunas de las patologías que son atendidas en el campo de la rehabilitación con láser.

Cuadro 8–7. Patologías más frecuentes tratadas con el uso del láser

Articulaciones • Artritis reumatoide	**Músculos** • Mialgias
Bursas • Bursitis	**Piel** • Retardo en la consolidación • Retraso en la cicatrización
Cápsula • Capsulitis adhesiva • Cicatrices hipertróficas • Desgarros • Enfermedad articular degenerativa • Esguince cervical • Esguince de tobillo • Esguince lumbar • Espasmos • Espondilitis anquilosante	**Síndromes dolorosos** • Síndrome doloroso hombro-mano • Síndromes dolorosos agudos • Síndromes dolorosos subagudos
Fracturas • Hueso • Ligamentos	**Tendones** • Tendinitis de Aquiles • Tendinitis del mango rotador • Tendinitis del supraspinoso • Tenosinovitis de Quervai
	Úlceras de presión

El área física asignada para proporcionar el tratamiento debe estar

pintada de color blanco, con buena ventilación, no contar con cristales que reflejen el haz y disponer de una instalación eléctrica adecuada. El terapeuta deberá portar las gafas adecuadas, al igual que el paciente. La piel del paciente debe estar lo más limpia posible, sin sustancias que puedan reflejar el rayo. Es importante mencionar que existen puntos de aplicación recomendables del láser, de acuerdo con las estructuras involucradas. En general, se contempla la aplicación por un mínimo de tres sesiones y se incide sobre más de un punto de la zona afectada. En el caso de los síndromes dolorosos, puede observarse disminución de la intensidad del dolor desde la primera aplicación, con disminución hasta de 80% del mismo, a partir de la cuarta sesión.

Prescripción

La dosis varía al tomar en cuenta la estructura a tratar y el tiempo de evolución del padecimiento, así como la sensibilidad del paciente.

En fisioterapia, toda energía se puede cuantificar en cuanto a potencia, pero varía la intensidad como el tiempo. En la electro estimulación, por ejemplo, se utiliza miliamperios/minuto, en el ultrasonido watt/cm^2, durante varios minutos. En cada campo se puede variar la intensidad desde 0 hasta el máximo que permite el aparato. En la terapia con láser no sucede lo mismo, la potencia expresada en watts es fija en su salida, sea en forma continua o en impulsos. Para influir sobre la energía sólo se controla el tiempo.

ELECTROTERAPIA

Es el empleo terapéutico de la estimulación eléctrica. Puede ser la estimulación de un grupo muscular por puntos motores o en masa, cuando la afección es más generalizada.

Con este procedimiento se puede realizar un retraso en la aparición de la atrofia muscular; asimismo, se puede reeducar la función muscular, realizar fortalecimiento isotónico del músculo y mejorar los rangos articulares del movimiento. Se emplean estímulos intermitentes para permitir la repolarización de la membrana y que así haya concentración efectiva con pulsos entre los 4 a 6 seg de un estímulo a otro aplicándose durante periodos de 10 a 15 min, se puede repetir varias veces al día (figura 8–12).

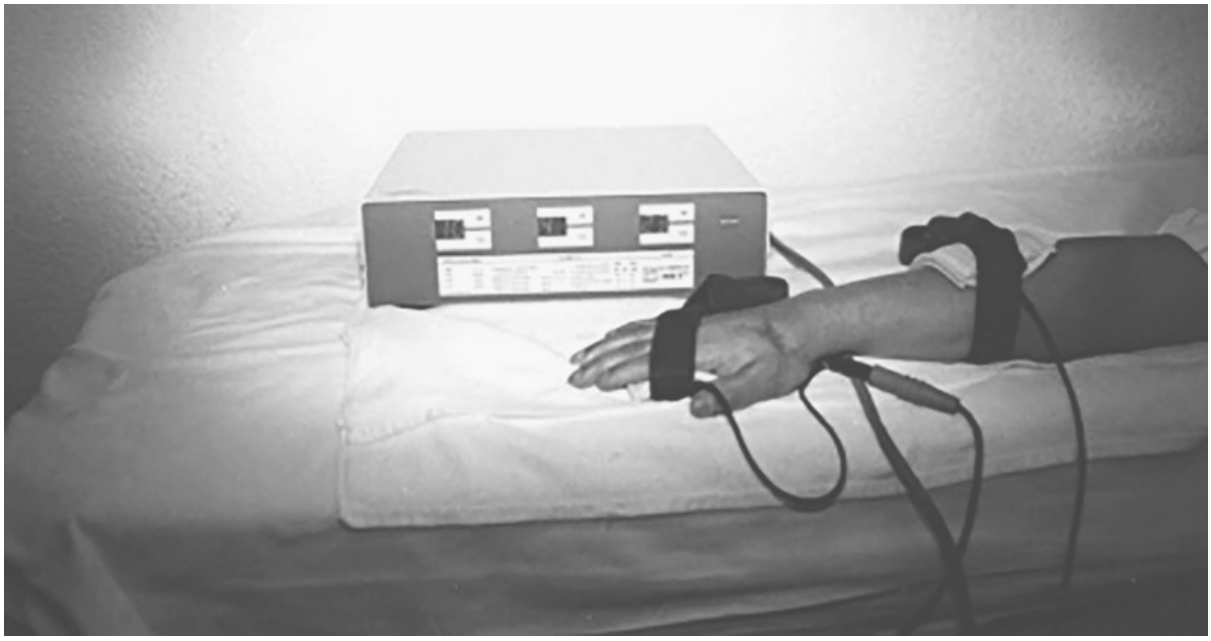


Figura 8-12. Empleo de equipo de corrientes estimulantes.

Produce una reducción muscular, así como un efecto de bombeo, debido a que se estimula la circulación (activación y mejoramiento de la bomba muscular), esto ayuda a movilizar líquidos y sangre a través de los vasos venosos, así como el sistema linfático, se produce relajación del espasmo muscular, producción y liberación de endorfinas endógenas (opiáceos endógenos con actividad biológica sobre el dolor). Provoca una mayor repuesta reticuloendotelial que favorece la eliminación de detritus.

Se recomienda para una mejor respuesta, que la intensidad del estímulo sea suficiente para realizar una buena contracción y que no produzca molestia. Los pulsos deben ser entre 2 a 5 seg de contracciones por 5 a 8 seg de reposo, se sugiere realizarlo con la extremidad elevada para favorecer el retorno venoso.

Cuando hay una lesión o patología de los nervios motores o de los músculos, se presentan alteraciones frente a la respuesta de la estimulación eléctrica.

La pérdida o disminución de la contracción muscular voluntaria puede deberse a la lesión de la motoneurona superior, de la neurona inferior o de la unión neuromuscular. Las lesiones de la motoneurona inferior se pueden dividir en tres grupos:

1. **Neuropraxia:** producida por contusión o compresión de un nervio, provoca una incapacidad de conducir el impulso más allá de la zona lesionada. Se obtienen reacciones eléctricas normales al estimular los

músculos, pero habrá una ausencia de respuesta frente a un estímulo aplicado en el tronco nervioso por encima de la lesión.

2. **Axonotmesis:** las lesiones más graves, con degeneración axonal aunque la cubierta del nervio permanece intacta, se observan en la parálisis del nervio radial relacionada con la fractura de la diáfisis humeral. Las alteraciones eléctricas aparecen cuando se han degenerado las fibras nerviosas.
3. **Neurotmesis:** es la separación de la envoltura de las fibras nerviosas. Las fibras se degeneran por debajo del lugar de la lesión, y producen las mismas alteraciones en la respuesta eléctrica que en la axonotmesis. Ésta es la lesión más grave y precisa de reparación quirúrgica.

Con esta clasificación se tiene una idea de las lesiones existentes a nivel neuromuscular y cuya recuperación, parcial o total, se verá favorecida por medio de la estimulación eléctrica.

En el empleo terapéutico de la estimulación eléctrica se debe considerar la duración del pulso del estímulo eléctrico, éste debe establecerse en la proximidad de la cronaxia. La cronaxia describe la duración necesaria para que una corriente con una intensidad doble de la reobase produzca la excitación tisular del tejido a estimular.

La reobase describe la intensidad mínima de corriente necesaria para poder producir la excitación del tejido, cuando se aplica durante un tiempo máximo. Se emplea corriente interrumpida para hacer que el tejido se despolarice y se pueda tener una nueva contracción, si se emplean tiempos sostenidos de estímulo, el músculo se tetaniza, causando dolor. Se deben emplear pulsos que oscilen entre los 30 a 40 por segundo para conseguir una contracción efectiva; el tiempo de estímulo es entre 1 a 2 seg y el descanso de 2 a 4 seg.

Empleo de la electroterapia sobre los nervios sensoriales

En clínica se realizan estimulaciones sobre los nervios sensitivos para producir un cambio en la percepción del dolor por parte del paciente. En este mecanismo de modulación del dolor se involucran las teorías de la desviación central, de la liberación de opiáceos endógenos y del control de entrada.

La primera produce estimulaciones intensas de la fibra C en los puntos

gatillo durante periodos cortos, esto provoca una estimulación de las neuronas descendentes, que alteran la información dolorosa y así hay un cierre del estímulo doloroso a nivel de la médula espinal.

En cuanto al control de entrada, al estimular las fibras sensoriales gruesas sobre la zona dolorosa, se fuerza a la zona receptora del cerebro a que sea consciente del estímulo eléctrico aplicado para reducir la percepción dolorosa, este estímulo reduce la conciencia del dolor, cerrándose la entrada de sensación dolorosa, es obvio que al suspender el estímulo eléctrico la entrada se abre y se presenta de nuevo el dolor. Este método auxilia al médico a producir una disminución de la intensidad y así poder disminuir el espasmo muscular.

En el apartado que corresponde a la liberación de opiáceos endógenos para la medición del dolor, se documenta que los estímulos eléctricos a nivel de la inervación sensorial provocan el aumento de la concentración de endorfina, así como la liberación por la hipófisis de la α endorfina. Se puede estimular esta liberación mediante la aplicación de corriente elevada y quizá se presente contracción muscular, la duración del pulso en los rangos es de 200 a 500 por seg, se emplearán formas de corriente galvánica o de alto voltaje, el tiempo recomendado de estímulo puede ser hasta de 45 seg y se aplicará sobre la zona gatillo. Estas técnicas deben ser orientadas y basadas sobre la teoría del dominio físico, así como la liberación de los opiáceos endógenos mediante la máxima despolarización del nervio sensorial.

Indicaciones

La estimulación eléctrica se indica siempre que se busca una relajación muscular, contracciones de los músculos al estimular el ejercicio activo, disminución del dolor y efecto analgésico con la consiguiente liberación de endorfinas (opiáceos endógenos), así como lograr un mayor reclutamiento de fibras musculares, esto puede realizar una respuesta del todo o nada (la despolarización de la membrana muscular o nerviosa va a ser la misma al alcanzar un umbral de intensidad despolarizante), y la suma de concentración (acortamiento de los miofilamentos musculares acaecido por el aumento de frecuencia de despolarización de la membrana muscular).

Al mejorar y realizar el efecto de **bombeo**, se tendrá una respuesta óptima del tejido reticuloendotelial con la eliminación más eficaz de detritus y líquidos orgánicos.

Es muy común en los servicios de rehabilitación el empleo de estimulación eléctrica para producir patrones de ejercicio, cuando los pacientes se encuentran con limitaciones agudas y crónicas que les imposibilitan realizarlos a ellos mismos, ya sea por dolor o discapacidad funcional, no sólo referente al músculo esquelético, sino en lesiones neurológicas. Se emplea como retroalimentación funcional (*feedback*), en procesos de urología (incontinencia), ginecológicos (distonicidad del piso pélvico), en parálisis facial y muscular, así como en procesos temporomandibulares, en problemas de menisco mandibular y procesos dentales (odontalgias), así como en tratamientos de deformaciones, como la escoliosis, que producen un reforzamiento de la musculatura paravertebral debilitada. Se cuenta con una amplia gama de equipos de generadores eléctricos.

Es importante conocer las especificaciones de cada equipo (manual de operación), esto permitirá manejar con mayor versatilidad la aplicación, es recomendable el protocolizar la colocación de los electrodos para la estimulación, con la finalidad de conseguir la supresión del dolor. Se pueden aplicar los electrodos, que por lo general son de una goma carbonizada conductora, así como un gel conductor o solución salina, también pueden tener una cubierta de fieltro y placas de acero inoxidable.

Hay electrodos de puntas de cobre y plástico conductor, éstos están diseñados para realizar estimulaciones intracavitarias, a nivel vaginal, intranasal, oral, rectal (figura 8–13).

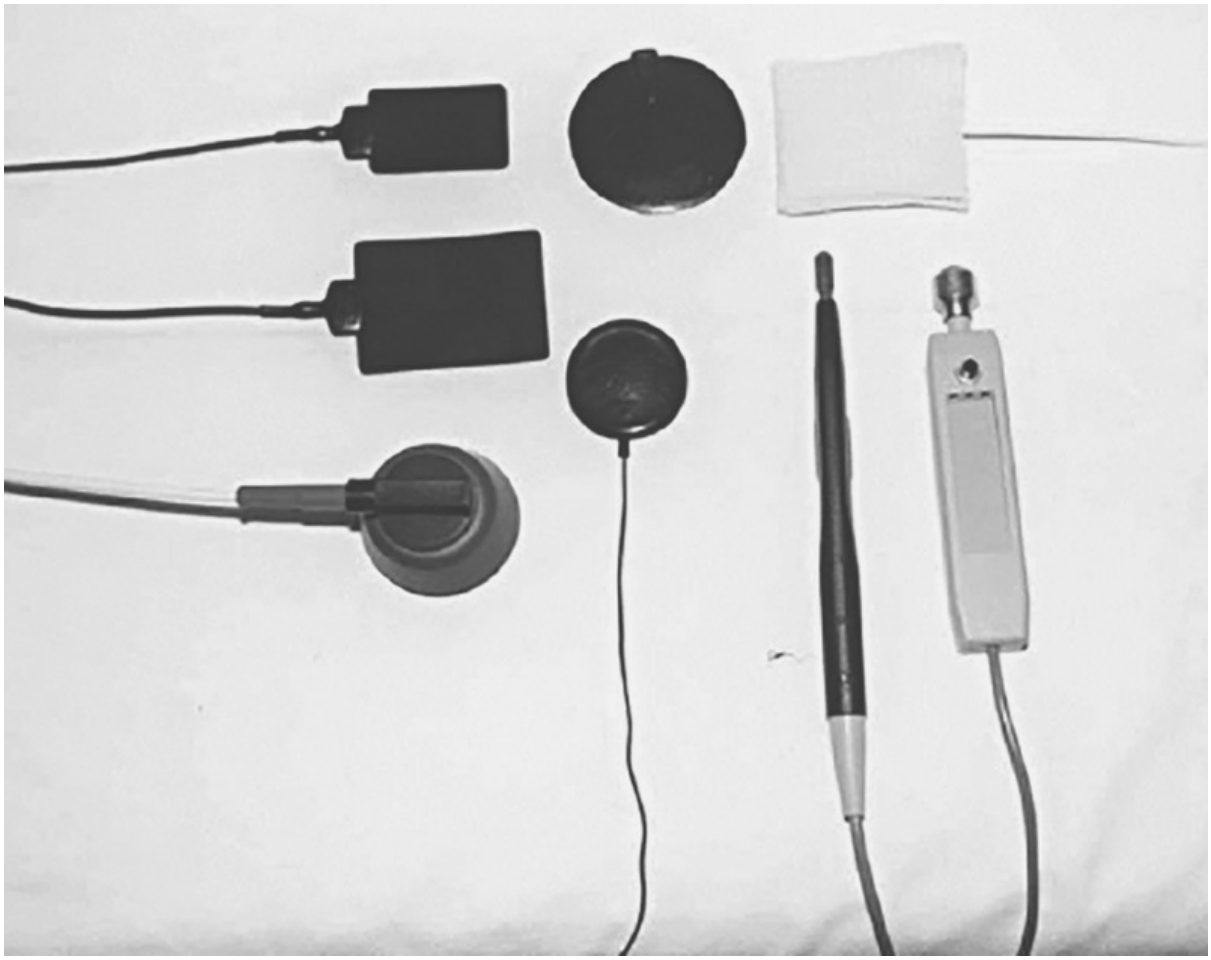


Figura 8-13. Diferentes tipos de electrodos.

Las dimensiones varían según la zona a tratar y la técnica empleada. Deben ser de igual tamaño, cuando se quiere tener una distribución equitativa de la corriente, en superficies muy extensas (zona lumbar). Pueden ser de tamaño asimétrico cuando se emplean distintas formas de corriente. Los electrodos se pueden colocar sobre la zona dolorosa, o siguiendo la disposición anatómica de los derma, esclero o miotomos que correspondan a la zona afectada o a nivel de la zona de inervación. Se cuenta con mapeos de colocación de electrodos para facilitar la aplicación (figura 8–14).

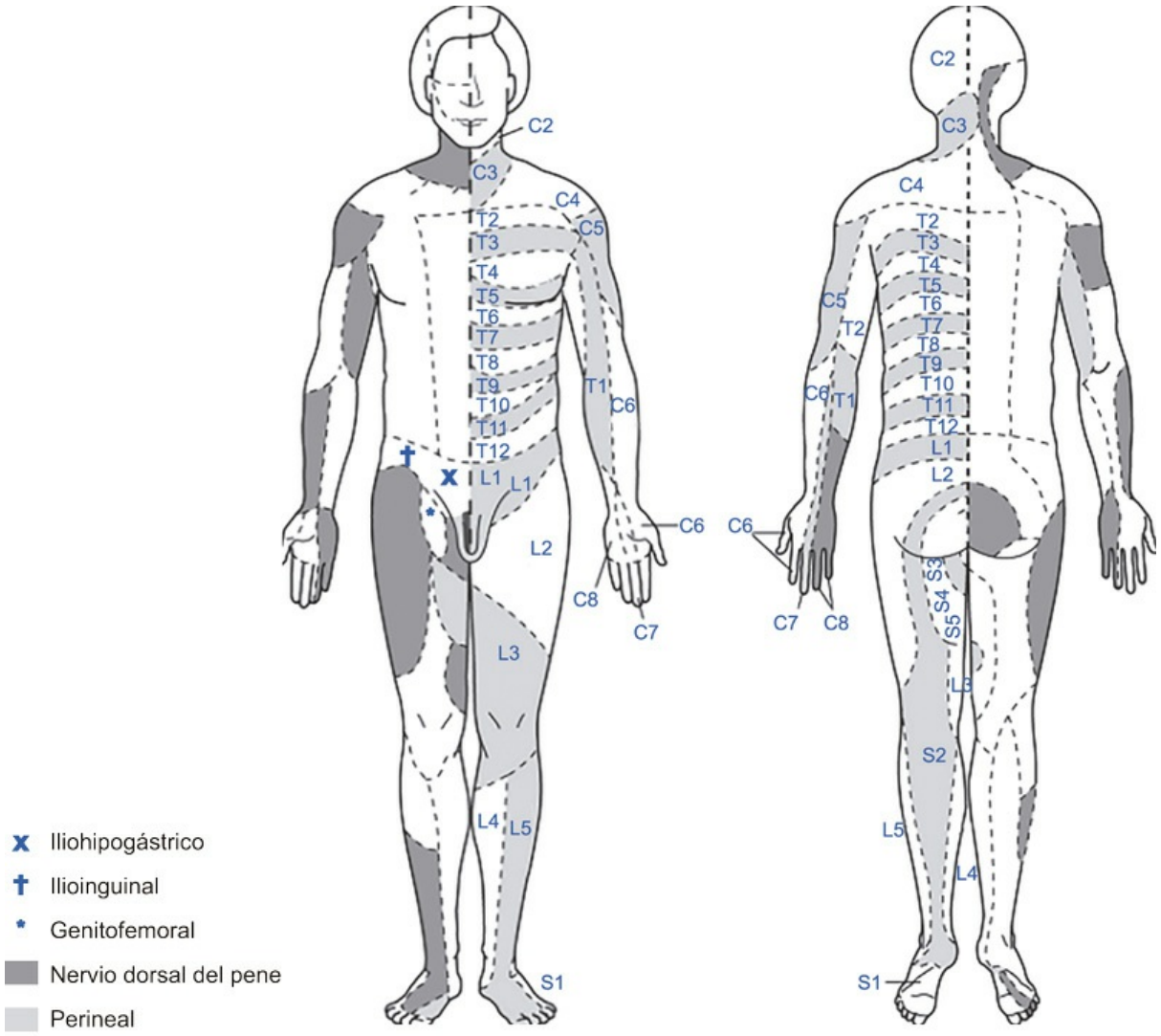


Figura 8-14. Mapeo de aplicación de electrodos.

Corrientes excitomotoras

Son aquellas corrientes que provocan contracciones en el músculo, ya sea inervado o denervado.

Efecto excitomotor: conseguir que los músculos deseados se contraigan sin intervenir la participación voluntaria del paciente. Pueden emplearse para reforzar la contracción voluntaria por que el paciente es incapaz de realizar por sí solo dicha contracción. Pueden emplearse cuando la contracción no completa la fuerza requerida y con el estímulo se contrae con más vigor.

Estimulación eléctrica neuromuscular (EENM): consiste en la estimulación eléctrica de la musculatura inervada por la motoneurona inferior, con el objetivo de lograr la contracción de aquellos grupos

musculares que se encuentren paréticos o paralizados.

Estimulación eléctrica muscular (EEM): la estimulación que se aplica directamente sobre el musculo denervado.

Corriente continua ininterrumpida de bajo voltaje

La ventaja de esta corriente está en relación con los efectos vasomotores y con las reacciones ácidas alrededor del ánodo (+), así como alcalina en el cátodo ( ), se debe tener cuidado con las posibles lesiones térmicas por los cambios ácido-alcalinos.

Con esta técnica se puede producir aumento del flujo sanguíneo en la zona a tratar, se empleará la intensidad de corriente tolerable por el paciente, en tanto el tiempo de tratamiento es de 1 a 15 min, los electrodos serán del mismo tamaño y debe estar íntegra la piel.

En úlceras dérmicas que se encuentran con una pobre irrigación se recomienda emplear, durante los tres primeros días, el cátodo ( ) cerca de la lesión y el ánodo (+) a unos 30 cm de la misma. Se utiliza incluso con fin bacteriostático, una vez controlado el proceso infeccioso, se invierten los electrodos y esto favorece la reepitelización.

Es útil en el proceso de formación de callo óseo y acelera la cicatrización de las fracturas, cuando están bien estabilizadas.

Corriente alterna: es una corriente con una frecuencia de 2 500 Hz, una frecuencia modulada de 50 Hz, duración de la fase 10 seg, con pausa de 10 seg, y cada fase consta de 25 impulsos. Cada sesión es de 15 a 20 contracciones.

Estimulación unipolar: aplicación de corriente con dos electrodos de tamaño distinto, el electrodo activo es pequeño también puede ser de puntero y se coloca sobre el punto motor en contacto con la piel, después de humedecerlo en agua o con esponja según sea el caso. El electrodo dispersivo debe ser lo suficiente grande para que no produzca estimulación alguna y se coloca en una región con poca masa muscular. Por ejemplo, línea media de la espalda, sacro, codo, etcétera.

Estimulación bipolar: los electrodos empleados deben de ser del mismo tamaño, por lo que ambos serán activos. Se aplican en los extremos del vientre muscular, logrando una estimulación muscular longitudinal. Con

el fin de acopiar muchas fibras musculares. Este método es muy útil en el tratamiento de músculos muy débiles.

Estimulación de grupos musculares: es la estimulación simultánea de un grupo muscular, colocando un electrodo plano y grande sobre los puntos motores y el otro sobre el tronco nervioso que inerva a los músculos, está indicado en músculos de inervación normal.

Punto motor: para realizar la electro estimulación se tiene que tener en cuenta que el ánodo (+) es el electrodo que produce un menor estímulo y que el cátodo ( ) es el que produce un mayor estimulo, por lo que tiene efectos excitadores más agresivos.

Músculo inervado: para estimular un músculo inervado se utilizan corrientes farádicas y corrientes de mediana frecuencia. Se pueden emplear los tres métodos: monopolar, bipolar o por grupos musculares.

Objetivos:

- Prevenir atrofia por inmovilidad
- Relajar musculo en espasmo postraumático
- Disminuir la espasticidad
- Reeducación muscular
- Estimulación previa a una cirugía

Músculo denervado: para estimular un músculo denervado se utilizan corrientes rectangulares, triangulares o exponenciales, se puede emplear el método bipolar y el monopolar. Es importante considerar que estos no poseen un punto motor nervioso que permita estimular el nervio, pues este está dañado y disfuncional.

Objetivos:

- Retardar la progresión de atrofia.
- Disminuir la aglutinación interfascicular y esclerosis del tejido muscular.
- Mejorar la articulación y la nutrición del músculo.

Iontoforesis

Es el proceso de transferencia de iones al organismo mediante una fuerza electromotriz. Los iones portadores de carga positiva pueden introducirse en la piel por el ánodo (+) y de carga negativa por el cátodo ( ) (figura 8–15).

Figura 8-15. Tratamiento de forma derivada con iontoforesis.

Los iones con carga positiva, como el cinc, los alcaloides, como los fármacos vasodilatadores, histamina y mecolil, el cobre; así como, fármacos anestésicos locales se aplican a través del polo positivo (ánodo). Los iones negativos, como el ácido salicílico, se introducen con el empleo del polo negativo (cátodo).

La intensidad empleada por lo general en el flujo de corriente es de 0.1 a 0.5 mA/cm^2 de superficie de electrodo activo, y el tiempo de tratamiento es de 15 a 20 min. Los electrodos se recubren con un apósito o gasa impregnada de la sustancia a aplicar (se observó que no existe ninguna ventaja en utilizar una solución con una concentración a 1% de componente activo), se debe tener como precaución extrema que el electrodo metálico no toque la piel de modo directo debido a que puede producir una quemadura química, y que no se presente reacción alérgica a la sustancia aplicada. La corriente aplicada en la transferencia de iones es la directa (galvánica continua), con generadores de bajo voltaje. La fórmula empleada es la intensidad (en amperios) por el tiempo (en horas) y la equivalencia electroquímica:

$$I \times T \times ECE = \text{gramos de sustancia introducida}$$

La penetración por lo general es menor a 1 mm, pero se encuentra la

mayor cantidad de iones en la zona del electrodo activo, aunque con el paso del tiempo se diseminan por efecto del torrente circulatorio. Según la patología a tratar será el tipo de ion seleccionado, el autor emplea para tratar el edema los salicilatos y el magnesio; para el espasmo muscular, magnesio y calcio; mientras que en el dolor, hidrocortisona y lidocaína.

Complicaciones de la iontoforesis

Dentro de las más frecuentes están las quemaduras, que se comportan como una quemadura eléctrica con lesión del tejido, no sólo superficial sino a nivel del tejido profundo. También hay manifestaciones cutáneas, como dermatitis e incluso reacciones anafilácticas al ion empleado.

Corriente galvánica o continua

Corriente eléctrica continua, ininterrumpida de baja tensión (60 a 80 V) y de una intensidad no mayor de 200 mA.

Son corrientes capaces de producir cambios en los tejidos y según los electrodos, los efectos son distintos. En el electrodo positivo, también conocido como **cátodo**, se incrementa el pH, se genera una reacción alcalina, produce una vasodilatación y puede producir una quemadura alcalina que es de aspecto húmeda y blanda. En el electrodo negativo o **ánodo** se va a producir una reacción ácida con reacción de oxidación, que conlleva a pérdida de electrones, produce un pH bajo, coagulación y causar una quemadura tipo ácida que es seca y coagulada. Las contraindicaciones son:

Portadores de marcapasos, prótesis, endoprótesis, material de osteosíntesis, embarazo, patologías cardiacas que afecten al nodo (arritmias), marcapasos, tromboflebitis, neoplasias (tumores), pacientes con alteraciones de la sensibilidad y en zonas de cercanía con glándulas endocrinas, alteraciones de la piel con presencia de lesiones, heridas o alteraciones de circulación, reacciones alérgicas a la aplicación de los electrodos. Procesos febriles agudos, enfermedades crónicas descompensadas, en zona craneal en pacientes con antecedentes de epilepsia, patologías en estado terminal, enfermedades mentales.

Electrólisis: cuando los iones se ven sometidos a una fuerza eléctricamente mayor que la de sus iones vecinos, lógicamente emigran a través del líquido que los sustenta hacia la fuerza eléctrica que los atrae o

repele.

Corriente alterna

Es una corriente de magnitud y sentido variable en el tiempo cuya variación está dada por una función sinusoidal. Al inicio un extremo es negativo y el otro positivo, después interviene la polaridad. Cada movimiento alternativo es un ciclo.

Pulsos: la corriente galvánica interrumpida en forma de pulsos constituye la base de las corrientes de baja frecuencia.

Los pulsos con parámetros adecuados son capaces de despolarizar la membrana de las fibras nerviosas o musculares y producir artificialmente su excitación.

Corriente Trabert

Fue descubierta por Trabert, se basa en una corriente galvánica, interrumpiéndola cada 5 seg. Con un estímulo rectangular de 2 seg y una frecuencia resultante de 142 Hz, adecuada para estimular fibras de contracción rápida.

Efectos:

- Reducción del dolor
- Estimulación de circulación sanguínea
- Contracciones musculares fugaces.
- En esta corriente el electrodo positivo se ubica cefálico y el negativo se ubica caudal, el negativo en la zona de dolor.

Indicaciones: en procesos dolorosos en fase aguda.

Corrientes diadinámicas

Corrientes sinusoidales de baja frecuencia rectificada, interrumpida, modulada y combinadas con base galvánica llamadas de Bernard (cuadro 8-8).

Cuadro 8–8. Elección de forma de onda con relación al dolor		
Condición	**Forma de onda**	**Número de sesiones**
Dolor severo	DF-LP	1 a 3
Dolor leve	DF-MF-LP	3 a 7
Dolor moderado	DF-LP-CP	7 a 10
Condición estable	DF-RS-CP	10 a 12

Clasificación:

MF: corriente monofásica fija, impulsos sinusoidales de 10 seg, con pausas de 10 seg, y con una frecuencia de 50 Hz. Produce contracción muscular.

DF: corriente difásica fija, impulsos sinusoidales de 10 seg, sin pausa con una frecuencia resultante de 100 Hz.

RS: el ritmo sincopado es una MF de 1 seg de duración seguida de una pausa de 1 seg.

CP: cortos periodos, corriente modulada. Alterna periodos de corriente MF (1 seg) con 50 Hz, con periodo de corriente DF (1 seg) (100 Hz). Mezcla la MF y DF. Está indicada en atonías musculares, celulitis, entre otras.

LP: corriente modulada de largos periodo, la frecuencia pasa de 100 a 50 Hz. Con duración de 12 a16 seg. Produce analgesia duradera.

Corrientes interferenciales

Las corrientes interferenciales o de Nemec, quien introdujo el concepto, combinan dos formas de ondas de alta frecuencia y forma un patrón cruzado, las ondas producen un efecto de ritmo (figura 8–16).

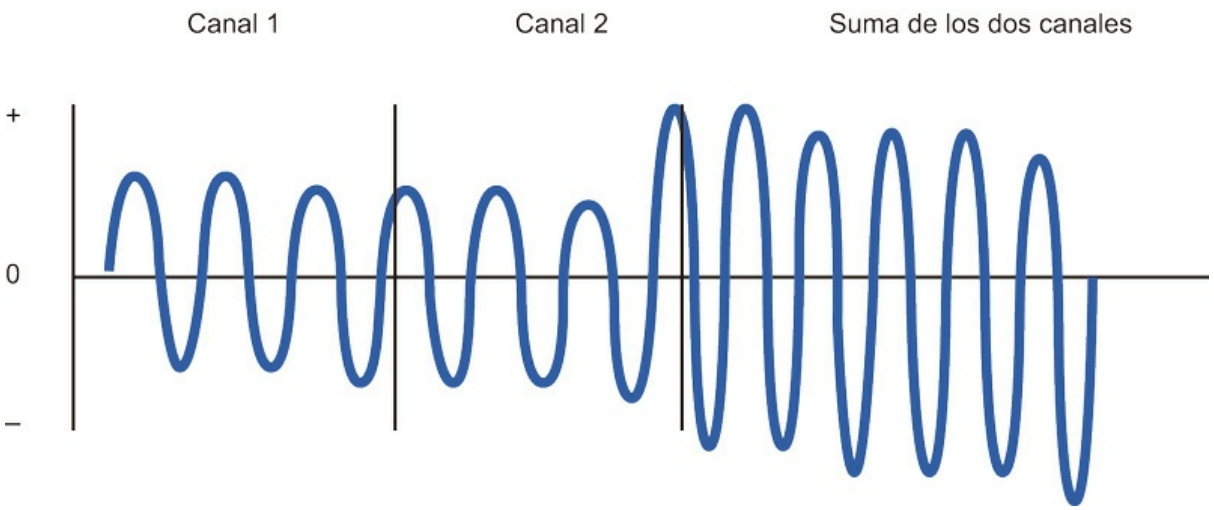


Figura 8-16. Cuando se emplean las corrientes interferenciales con la disposición antepuesta de los electrodos y se pasan a través de ellos, los

trenes de corriente forman el efecto interferente.

Si las ondas son generadas fuera de sincronía, se produce una interferencia destructiva; sin embargo, si dichas ondas fluyen de forma semejante, se llama interferencia constructiva. La combinación de ambas formas —destructiva y constructiva— produce el efecto **heterodino**. La intensidad se establecerá de acuerdo con la sensación referida por el paciente y es producida por la combinación de los dos estimuladores, se pueden fijar en el rango de las 120 pps (pulsaciones por segundo) para tratamiento del dolor. Efectos específicos de la frecuencia en la corriente interferencial:

- 1 a10 Hz: actúa sobre atrofia por inmovilización por degeneración parcial del sistema neuromuscular.
- 10 a 25 Hz: estimulación del sistema venoso periférico, actúa sobre el edema. También actúa en la reeducación en caso de atrofia por inmovilización.
- 25 a 50 Hz: estimula la actividad musculoesquelética activando la contracción muscular.
- 50 a 100 Hz: analgesia con largo tiempo de duración.
- 80 a 100 Hz: analgesia con corto tiempo de duración.
- 1 a 100 Hz: produce frecuencia tonificante, sedación, estimula circulación linfática, activa el metabolismo.
- Casos agudos con dolor intenso: 75 a 150 Hz.
- Casos subagudos o crónicos: 50 a 100 Hz.

El efecto interferencial más efectivo se localiza en la zona central del cruce de corrientes, como en muchas ocasiones el dolor no está muy bien definido, se puede realizar una modalidad de estímulo que hace que los brazos de la **flor** tengan un efecto rotacional, se produce una flor de aspecto tridimensional, la cual ocupa una zona más amplia (figura 8–17). Se le conoce como efecto de interferencia estereodinámica, en la figura 8–18 se muestra el equipo que produce esta corriente.

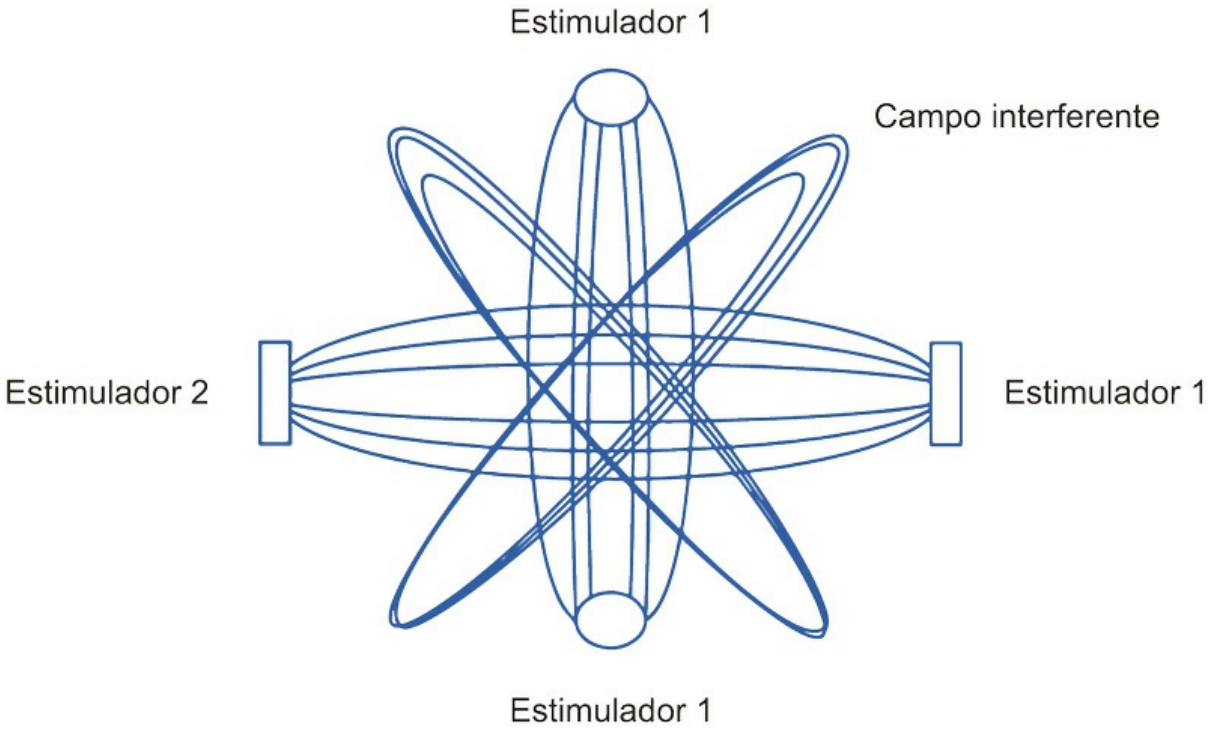


Figura 8-17. Formación del campo interferencial.

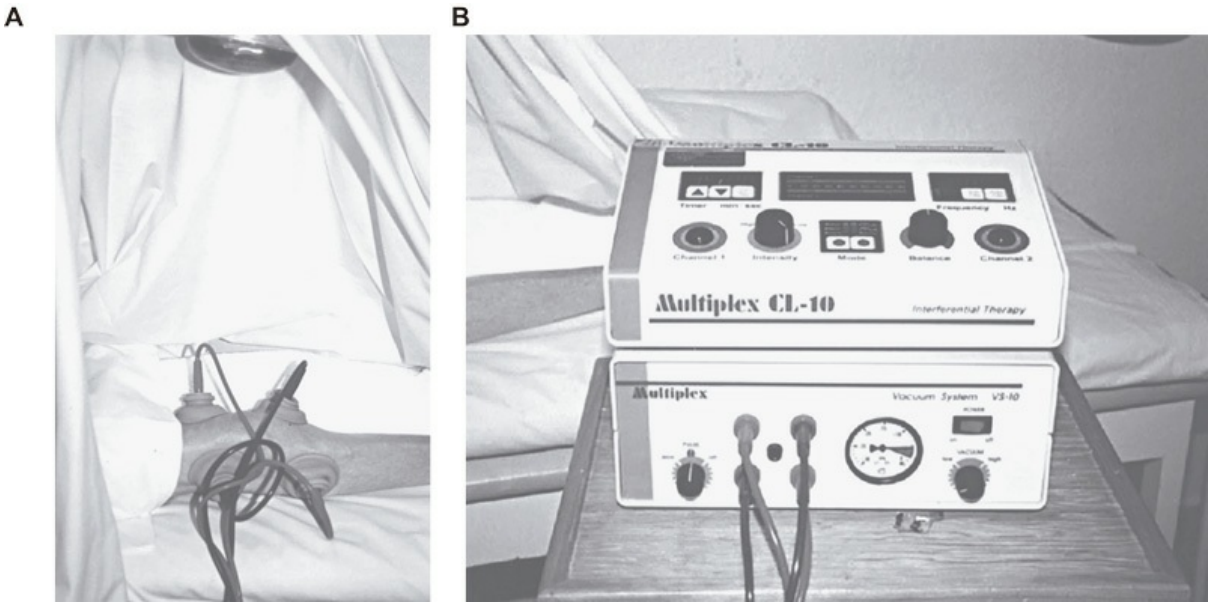


Figura 8-18. A) Colocación de los electrodos. **B)** Equipo de corrientes interferenciales con sistema de succión en el tratamiento de rodilla.

Corrientes rusas

Se desarrolló otro tipo de estímulos eléctricos al emplear corriente alterna polifásica con frecuencias comprendidas en los rangos de 2 000 a 10 000 Hz, emitidas en ráfagas de 50 ciclos/seg a intervalos de 10 mseg entre ellos, esto produce un efecto de contracción que por ser de tipo alterno,

oscila con rapidez y da una nueva contracción muscular. Este sistema de estimulación es conocido con el nombre de **corriente rusa** (figura 8–19).

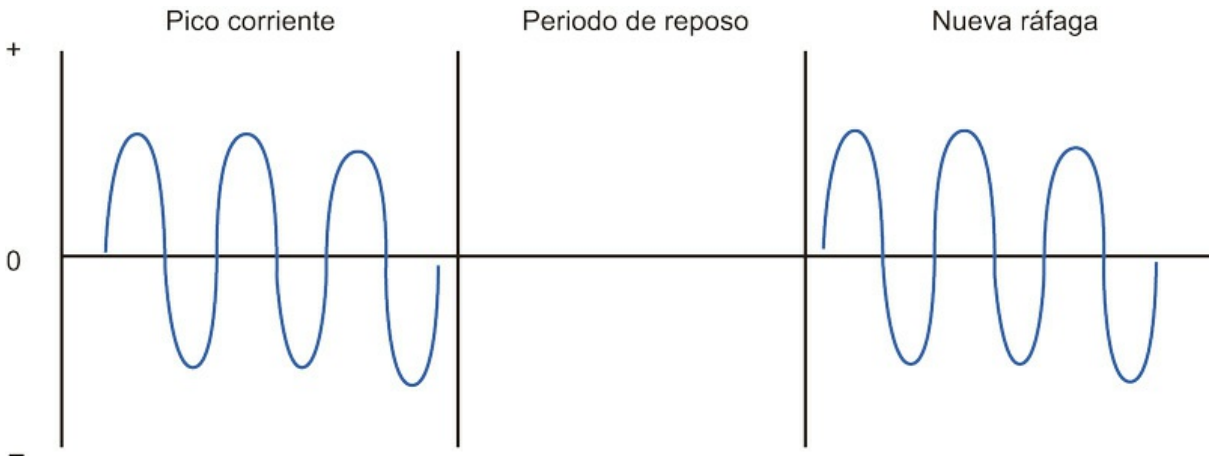


Figura 8-19. Modelo de corriente rusa con periodo de estímulo y reposo.

En resumen, se clasifica la electroterapia rusa en corrientes consideradas de baja frecuencia, que oscilan de 1 a 4 000 Hz; las de media frecuencia, que están entre los 4 000 Hz, y las de alta frecuencia, de 10 000 a 10 000 000 Hz que se manejan en el electroestimulador (figura 8–20).

Figura 8-20. Electroestimulador.

Guía de tratamiento

La característica de la forma de onda de la corriente rusa se desarrolló en 1970, como un resultado milagroso de fuerza muscular y desarrollo físico en atletas soviéticos, quienes fueron entrenados con el empleo de la corriente. Mucho más de esta literatura ha sido establecida en la actualidad. La base de esta estimulación es de 2 500 Hz, el pulso de la estimulación es modulada con corriente alterna. Esta frecuencia suministra la mitad del ciclo de duración de 200 µsegundos —perfecto para activar al músculo vía motora y nerviosa—. Ésta se colocó en el protocolo clínico que describe el empleo de la corriente rusa en el tratamiento de inestabilidad lumbar, displasia del vasto medio oblicuo (VMO) con problemas patelofemorales, así como debilidad del cuadríceps después de la cirugía del ligamento cruzado anterior (LCA).

Algunas guías generales para la seguridad y uso efectivo de estas terapias incluyen lo siguiente:

1. Asegurarse de que el paciente esté bien colocado, con la articulación en una posición preparada para el movimiento.
2. Las contracciones podrán ser isométricas y no podrán sobreponerse en o sobre una contracción voluntaria.
3. De ser posible, la fuerza de contracción deberá ser medida.

Indicaciones

Inestabilidad lumbar:

El paciente se coloca en posición prona sobre una mesa de tratamiento y con la pelvis estabilizada con un cinturón. Ésta es la excepción para la contracción isométrica y para medir la principal fuerza de contracción.

Los electrodos se colocan en forma bilateral sobre el área afectada o con dolor:

- Frecuencia: 50 a 75/PPS.
- Tiempo de contracción: 15 seg.
- Tiempo de reposo: 50 seg.
- Intensidad contráctil del músculo: a tolerancia, pero lo suficiente para causar un ajuste pélvico anterior. Consta de 10 a 15 contracciones por sesión, de 2 a 3 veces por semana.

Displasia de vasto medio oblicuo

Los pacientes son colocados con estabilización isométrica en 10 a 15° de flexión de rodilla en un diámetro. Se registra la máxima fuerza de contracción voluntaria del cuadríceps. Se muestran dos opciones para la colocación de los electrodos: una para la fuerza total del cuadríceps, como objetivo de vasto medio oblicuo (VMO) y dos en el grupo del VMO para lograr fuerza.

- Frecuencia de pulsación o corriente: 75 PPS.
- Tiempo de contracción: 9 seg.
- Tiempo de relajación: 50 a 120 seg (depende el tiempo en el que se fatigue el paciente).
- 1 seg rampa arriba, no rampa abajo.
- Intensidad de contracción del músculo. De manera eléctrica la fuerza de contracción podrá ser hasta de 50% y lo ideal es llegar a 100%.
- 10 a 15 contracciones por sesión, 2 a 3 veces por semana.

Cirugía de ligamento cruzado

La debilidad del músculo cuadríceps femoral se produce después de la cirugía de ligamento cruzado anterior (LCA). Se ha demostrado que NMES con este tipo de corriente es superior para la valoración y restauración de la función del cuadríceps, después de cirugía del ligamento cruzado (reconstrucción). El paciente es colocado en forma isométrica en 45° de flexión de rodilla. Se registra la máxima fuerza de contracción voluntaria del cuadríceps.

- Frecuencia de pulsación: 75 explosiones/seg.
- Tiempo de contracción: 9 seg.
- Tiempo de relajación: 50 a 120 seg (depende de cuánto se fatigue el paciente).
- 1 a 2 seg de rampa arriba, no rampa abajo.
- Intensidad de contracción muscular. Eléctricamente la fuerza de contracción podrá ser hasta 50% de MVC y lo ideal 100% o más.
- 10 contracciones por sesión, 3 veces por semana.

Estimulación nerviosa eléctrica transcutánea

La estimulación nerviosa eléctrica transcutánea o TENS es el conjunto de

unidades compactas diseñadas para producir alivio del dolor (figura 8–21). En la actualidad existen cuatro formas de aplicar la estimulación eléctrica en el tratamiento del dolor:

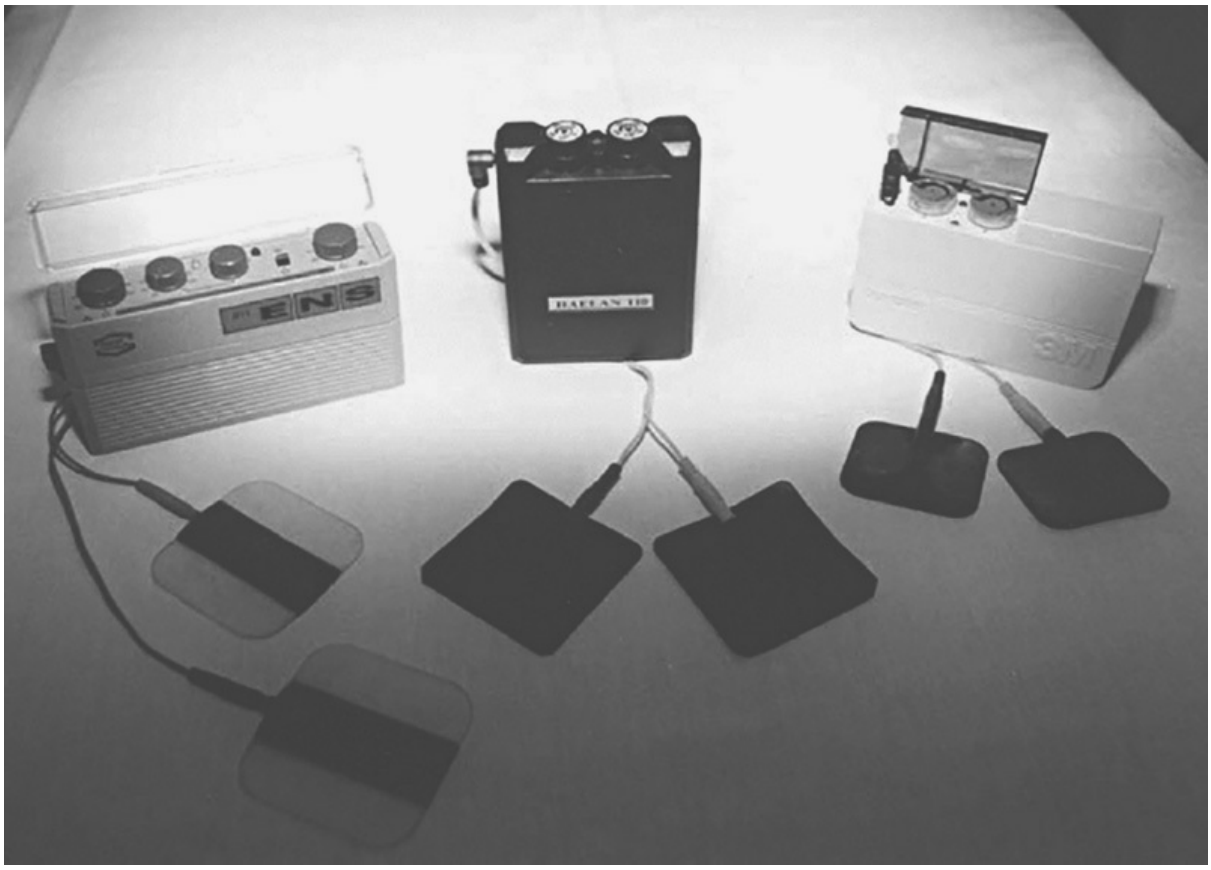


Figura 8-21. Diferentes tipos de estimuladores nerviosos eléctricos transcutáneos (TENS).

1. Estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS), que emplea electrodos en la superficie de la piel.
2. Estimulación nerviosa periférica por medio de electrodos implantados.
3. Estimulación de la columna dorsal, con electrodos colocados en el espacio subdorsal o fuera de la duramadre.
4. Estimulación profunda con implantación de electrodos en el cerebro.

Muchas de las primeras aplicaciones clínicas del TENS fueron guiadas por la teoría de Melzack y Wall de la compuerta del dolor. Se observó que este tipo de tratamiento produce un gran éxito en el manejo del dolor relacionado con artritis reumatoide, dolor de miembro fantasma, dolor de tipo neoplásico, dolor agudo en el posoperatorio y en las fracturas.

No se tiene establecida por completo una forma de onda óptima de

estímulo, algunos estimuladores producen un impulso rectangular modificado, otros producen pulsos bifásicos asimétricos o en forma de espiga, incluso se puede modular el ancho del pulso. El motivo principal de estas variables estriba en obtener una menor adaptación sensitiva (es decir, evitar en la medida de lo posible que el TENS pierda su efecto, pues los nervios se acostumbran a su estímulo). Se recomienda que la modulación de los parámetros sea de 3 a 5 seg, reducir de manera efectiva la adaptación sensitiva e incrementar el número de fibras activadas durante la estimulación. En general, los TENS emplean bajas frecuencias debido a que los estudios muestran que un rango bajo de pulsos por minuto produce mayor alivio, que las frecuencias más altas. Con respecto a la intensidad del pulso, dependerá del tipo y nivel del dolor, aunque suelen establecerse límites de tal forma, que se puede restringir la corriente utilizada sobre el paciente. La mayor parte de las veces se emplean dos canales para poder tener una mejor estimulación del área a tratar.

De los equipos con los que se cuenta, se observa el tipo de frecuencia de onda y ancho del pulso. En el cuadro 8–9 se presenta una relación de las distintas características de las formas de onda, es importante tener presente que los equipos deben encontrarse dentro de la selección de amplitud de frecuencia de 1 a 120 Hz y amplitudes de pulsación de 50 a 400 mseg.

Cuadro 8–9. Diferentes formas de onda de TENS con características distintas

Forma de onda	Frecuencia Hz	Ancho del pulso µs	Amplitud de salida
Rectangular, bifásica, ancha o angosta	2 a 152	0 a 200 angosta 0 a 400 ancha	0 a 60 V (1 000) µ
Rectangular o espiga, asimétrica bifásica, cero de neto	2 a 99	Rectangular 50 a 20 Espiga 80 fijo	Pulso cuadrado 0 a 50 m Δ Espiga 80 fijo Δ
Pulso rectangular cero neto	4 a 185	30 a 200	0 a 70m (500)
Espiga bifásica	3 a 85	80 fijo	0 a 75 m corriente constante

Hay tiempos escalonados (graduación de aumento) con parámetros dirigidos a estimular las fibras A sobre todo, se emplean frecuencias en la distribución de 10 a 50 mA (miliamperios). Los efectos son producir una anestesia o aumento del umbral del dolor por liberación de los opiáceos endógenos y por la fatiga de la conducción del estímulo doloroso.

Contraindicaciones

En pacientes con datos de trombosis, debido a que la corriente provoca cambios químicos en los elementos formes de la sangre, produce cambios a nivel del periodo de coagulación, por lo que no se recomienda en pacientes anti coagulados.

TRACCIÓN

Se define como una tensión de estiramiento aplicada a un segmento corporal. Es la fuerza de distensión que se aplica a un segmento corporal.

Tracción cervical

Los efectos de la tracción cervical incluyen el estiramiento de la musculatura y de las estructuras articulares de la columna cervical, la aplicación de los espacios intervertebrales, la creación de fuerzas centrípetas en el disco y en los tejidos blandos que los rodea, la liberación de los efectos de compresión en una postura normal; así como, mejorar el flujo arterial, venoso y linfático. En la tracción, la posición del paciente es en decúbito supino (boca arriba) con el cuello flexionado a 20° aproximadamente, la fuerza de la tracción es aplicada por encima de 9 kg intermitente durante un tiro de tiempo de tracción de 7 seg. Dando un tiempo de reposo suficiente para la recuperación.

Tracción lumbar

Los efectos de la tracción lumbar son los mismos que de la cervical, en la tracción lumbar la posición del paciente es en decúbito supino (boca arriba), prono (boca abajo) y lateral. El estiramiento se puede programar de manera intermitente o mantenida. Para la sujeción del paciente se utilizan arneses, almohadillas, cinturones, tirantes y un banquillo para poner la cadera en flexión de 90° y así rectificar las curvaturas de la columna.

Tipos de tracción

Mantenida

Como su nombre lo dice es la que durante el tratamiento sostiene la tensión de estiramiento. Se utiliza para el tratamiento de hernias discales,

debido a que permite que el disco esté durante más tiempo con descompresión.

Intermitente

Es menos molesta para el paciente, debido a que tiente un tiempo de tensión de estiramiento y un tiempo de descanso.

Efectos fisiológicos

- Actúa sobre los movimientos de la columna vertebral.
- Tiene un efecto sobre los huesos.
- Activa el nivel del disco intervertebral.
- Relaja los músculos paravertebrales (por el estiramiento).

COMPRESIÓN NEUMÁTICA (PRESOTERAPIA)

Es una técnica que se realiza con un aparato de presión mediante el cual, colocando unas botas que van desde el pie hasta las ingles y mediante conexión a un compresor de aire, se ejerce una presión que comienza en los pies y sube por tobillos, pantorrillas, rodillas y muslos. De esa forma se comprime todo el miembro inferior y se favorece el drenaje linfático y venoso de esa zona, quedando las piernas ligeras, descansadas y sin edema.

Substituye y completa el masaje de drenaje linfático manual, favoreciendo la eliminación de líquidos y toxinas, los cuales son a menudo causa de edemas, linfedemas y estancamiento venolinfático. Es una serie de movimientos de bombeo con presión constante en toda la pierna que se está masajeando. Mejora los problemas edematosos y tiende a normalizar el círculo venoso-linfático. Tiene la finalidad de activar la circulación arterial, reclamando más sangre arterial hacia la parte del cuerpo que se está tratando. La maniobra de vaciado tiene la finalidad de transportar el exceso de líquido y toxinas. La compresión neumática puede ser programada, según la zona a tratar y la inflamación que exista, según el caso de cada paciente permite normalizar tanto el círculo linfático como el venoso y reducir las dimensiones de los edemas de las articulaciones de una manera notable. Tiene acción relajante.

Indicaciones

- Piernas pesadas, cansadas, edematizadas y doloridas.
- Linfedema tanto congénito como posoperatorio.
- Edema venoso por insuficiencia venosa crónica.
- Tratamiento de varices.
- Edemas de inactividad muscular.
- Prevención de la trombosis del círculo venoso profundo pre-posoperatorio.
- Linfedema de mastectomía por cáncer.
- Disturbios del círculo venolinfático.
- Alteraciones de la circulación de retorno: venosa y linfática.
- Edemas.
- Linfedemas.
- Insuficiencia venosa.
- Neurodistrofias musculares.
- Edemas postraumáticos.
- Problemas de vascularización o irrigación posoperatorios.
- Medicina deportiva.

MAGNETOTERAPIA

Es la rama de la medicina que estudia las posibilidades de tratamientos de distintas enfermedades mediante la influencia del campo magnético en el organismo, al utilizar imanes o equipos generadores de campos magnéticos. Los campos magnéticos aplicados a la medicina son de baja frecuencia y de baja intensidad.

Biofísica

El campo magnético se establece entre un polo norte y un polo sur en formas de línea de campo magnético que circulan de sur a norte, la intensidad de un campo magnético se mide en oersted. El campo magnético no afecta por igual a diferentes sustancias, por ello se denomina inducción magnética. En relación con la inducción magnética se distinguen tres tipos de sustancias:

1. **Diamagnéticas:** que son repelidas por los campos magnéticos, tienen permeabilidad magnética negativa como el cobre, antimonio y el bismuto.
2. **Paramagnéticas:** que son atraídas por los campos magnéticos con una

intensidad de magnitud semejante a la intensidad de dicho campo.

3. **Ferromagnéticas:** son atraídas con gran intensidad por los campos magnéticos. La más importante es el hierro y en menor proporción el níquel y el cobalto.

El organismo humano en su conjunto se comporta ante los campos magnéticos como paramagnético, su inducción magnética puede ser igual, numéricamente, a la intensidad del campo magnético. Por ello, en aplicaciones médicas se emplea en ocasiones el Gauss, para indicar la intensidad del cuerpo magnético, pues aunque sea unidad de inducción magnética, su valor numérico es igual a de la intensidad del campo en oersted.

Efectos biológicos

La corriente variable genera un campo electromagnético, esto es con componentes eléctricos y magnéticos. En la aplicación terapéutica de la alta frecuencia, predominan los efectos del campo eléctrico (producción de calor). Por tanto, y además de la habitual aplicación en forma continua, existe la forma pulsada para aprovechar el efecto biológico del componente magnético, con una misma actuación del efecto térmico que produce el campo eléctrico. La comprobación de los efectos terapéuticos de los campos magnéticos plantea la posibilidad de utilizar en terapia su producción mediante corrientes de baja frecuencia, pues en ellas, al contrario de las de alta frecuencia, el campo magnético es mucho más intenso que el eléctrico. En la actualidad, la frecuencia empleada en la producción de campos magnéticos terapéuticos es de 1 a 100 Hz. Los campos magnéticos producen efectos tisulares, bioquímicos, celulares y sistémicos.

Efectos según su ámbito

Ámbito bioquímico:

- Desviación de las partículas con carga eléctrica en movimiento.
- Producción de corrientes inducidas, intra y extracelulares.
- Efecto piezoeléctrico sobre hueso y colágeno.
- Aumento de la solubilidad de distintas sustancias en agua.
- Influencia en la actividad enzimática.
- Aumenta la efectividad de la cadena respiratoria.

Ámbito celular.

- Estímulo general del metabolismo celular.
- Normalización del potencial de membrana alterado.

Efectos en órganos y sistemas

Relajación muscular: los campos magnéticos tienen un importante efecto sobre la relajación muscular sobre el músculo liso y estriado que se considera debido a la disminución del tono simpático.

Sobre el músculo estriado supone un efecto relajante o en su caso descontracturante sobre el musculoesquelético.

Sobre el musculo liso, realiza un efecto relajante y antiespasmódico en espasmos digestivos, de las vías biliares, de las vías urinarias y del asma.

Vasodilatación: por el mismo mecanismo de relajación muscular en ese caso sobre la capa muscular lisa periarterial, la magnetoterapia produce una importante vasodilatación, demostrable por termografía con dos consecuencias: por una parte la hiperemia de la zona tratada y por otra si se tratan zonas amplias del organismo, una hipotensión más o menos importante.

Hiperemia local:

- Efecto trófico, por mayor aporte de nutrientes en la zona.
- Efecto antiinflamatorio, por mayor aporte de elementos de defensa bioquímicos.
- Efecto de regulación circulatoria, por producir vasodilatación arterial (angiospasmos, Raynaud, entre otros) como por estimular el retorno venoso.

Aumento de la presión parcial del oxígeno en los tejidos: este aumento local de la circulación conduce a un mayor aporte de oxígeno, tanto a órganos internos como a zonas distales lo que mejora su trofismo.

La magnetoterapia ayuda a la fijación de calcio en el hueso, por lo que se emplea en osteoporosis general o localizada, retardo de osificación y seudoartrosis. Estimula la producción de colágeno, lo cual es de interés en los procesos de cicatrización y para la prevención de envejecimiento en la piel.

Analgésico: produce un efecto analgésico derivado de una acción directa de las terminaciones nerviosas. Como de su actuación sobre el mecanismo productor del dolor (inflamación).

Unidades de magnetoterapia

Para los trastornos médicos se emplean campos magnéticos de baja frecuencia y de baja intensidad.

- Campos sinusoidales.
- En forma de impulsos (los más utilizados en terapia).

Baja intensidad: indica que la máxima intensidad de aplicación no sobrepasa los 100 gauss. En general no se sobrepasan de los 50 gauss, sólo en tratamientos muy específicos.

Baja frecuencia: se entiende por frecuencias no superiores a los 100 Hz, muchas aplicaciones se realizan a 50 Hz.

Los aparatos de magnetoterapia constan de una consola y un aplicador o solenoide. Estos mandos permiten seleccionar:

- Forma de onda: continua, impulsos, sinusoidal, rectangular, entre otros.
- Frecuencia entre 1 y 100 Hz. Algunas unidades sólo presentan frecuencia fija a 50 Hz.
- Intensidad de 1 a 100 gauss.
- Temporizador hasta 60 min.
- El aplicador es un solenoide que produce el campo magnético y que está incluido en un cilindro de material plástico, donde se introduce la zona a tratar.

Diámetros de solenoides: los pequeños de 15 a 20 cm de diámetro para extremidades (pierna, rodilla, brazo, antebrazo, tobillo.) y los de tamaño grande de 60 cm para el cuerpo entero. Para aplicaciones generales hay una camilla con un solenoide desplazable, dotado de un pequeño motor para realizar barridos sobre zonas amplias o partes del cuerpo. Existen unidades con dos solenoides, estos se colocan para realizar tratamientos generales. Los campos magnéticos producidos por cada uno de los solenoides pueden colocarse en serie, pero también en oposición. Con esto se consigue una línea límite de los campos magnéticos de los dos solenoides, en donde el campo magnético tiene dirección perpendicular. Esta disposición es la que se considera para el tratamiento de fracturas y procesos óseos localizados.

Contraindicaciones

No existen contraindicaciones absolutas para la aplicación de magnetoterapia, pero sí existen situaciones que requieren precauciones especiales:

- Marcapasos.
- Embarazo.
- Micosis.
- Hipotensión.
- Hemorragias.
- Anemia severa.

La presencia de placas o implantes metálicos no es contraindicación de la magnetoterapia, debido a que su posibilidad de calentamiento es muy remota.

Precauciones antes de la terapia

- Retirar objetos metálicos (relojes, cadenas, entre otros).
- No aplicar durante la menstruación.
- No usar sobre el abdomen de embarazadas.
- Esperar de 60 a 90 min después de la comida.
- Quitar aparato a sordos.
- Enfermedades tratadas con esteroides, requiere menos dosis si se acompaña de campo magnético, debido a que éste corrige los efectos colaterales como la retención del sodio y la osteoporosis producida por los esteroides.

Efectos colaterales

- Puede haber un aumento de dolor entre la cuarta y quinta sesión, disminuyendo más adelante entre la sexta y séptima.
- En los pacientes poliartríticos puede emigrar el dolor a otras zonas. Si se prolonga más de diez sesiones se tiene que cambiar el tratamiento.
- Somnolencia.
- Si hay hormigueo o sabor metálico en la legua, disminuir la intensidad.

BIBLIOGRAFÍA

Gnatz Steve M: Dolor agudo, En: Garrison, SJ: *Manual de Medicina Física y Rehabilitación*, 2ª Ed. McGraw-Hill Interamericana, 2005.

Rodríguez Martín JM: Terapia Analgésica por Corrientes Variables. Técnica de Estimulación Nerviosa Transcutánea Sensitiva y Motora. En: *Electroterapia en Fisioterapia*, Editorial Médica Panamericana, 2000.

Rioja J *et al*.: Terapia Analgésica por Corrientes Acumulables. Técnica de estimulación nerviosa transcutánea sensitiva y motora. En: *Electroterapia y electrodiagnóstico*. Ed. Universidad de Valladolid, 1993.

CAPÍTULO 9

Parálisis de nervios periféricos

El nervio periférico está constituido por fibras sensitivas motoras y autónomas que se conocen como troncos nerviosos, éstos contienen una diversa variedad de fibras: las aferentes, que llevan impulsos a la médula espinal; y las eferentes, las cuales corren hacia los órganos y los músculos efectores.

ANATOMÍA

Los nervios periféricos están constituidos por fibras nerviosas. Están formados por los axones y las células de Schwann. Miden un diámetro de entre 1 y 20 micras. Y pueden ser de dos tipos:

- Mielínicos (más gruesas y con mayor velocidad de conducción).
- Amielínicos (más finas y con menor velocidad de conducción).

Endoneuro: la fibra nerviosa se encuentra rodeada por tejido conectivo.
Perineuro: rodea al fascículo.
Epineuro: la capa conjuntiva más externa.

Tipos de fibras

1. **Fibras motrices:** son las encargadas del control de la movilidad voluntaria.
2. **Fibras sensitivas:** estas fibras van a recoger los distintos tipos de información exteroceptiva.
3. **Fibras autónomas:** se encargan de la regulación de las funciones autónomas, con la vasodilatación-vasoconstricción, sudoración, entre otras.

Los nervios periféricos se lesionan con frecuencia por laceración, en

particular los nervios medianos y cubitales, los cuales están expuestos a heridas en la muñeca, donde pueden ser seccionados por vidrios o cuchillos, además se lesionan por compresión consecutiva a fractura del húmero, que puede lesionar el nervio radial o quizás éste quede atrapado en el callo óseo al considerar la fractura. En la artritis reumatoide (AR) la inflamación de las vainas sinoviales de los tendones flexores puede comprimir al nervio mediano dentro del túnel del carpo. También se entorpece la conducción nerviosa por la presión de torniquetes y aparatos de yeso mal colocados.

Los accidentes industriales y de tránsito, lo mismo que las heridas por proyectil de arma de fuego pueden seccionar un nervio periférico. Los traumatismos por tracción pueden causar lesiones del plexo braquial, que es común en accidentes de motocicleta.

Tipos de lesión

Los nervios periféricos poseen una elasticidad y resistencia importante, pero en determinadas ocasiones, pueden lesionarse. Estas lesiones pueden llegar a ser:

- Abiertas. Pueden ser limpias o sucias.
- Cerradas. Pueden ser por: atrapamiento, tracción, compresión, isquemia e inyección.

La causa de la lesión más común es por estiramientos o traumatismos importantes que causan sección. La recuperación de este tipo de lesión se realiza por cirugía, dejando secuelas en algunos casos, éstas se pueden medir por grado de lesión, según la clasificación de Sunderland:

- Grado I (Neuropraxia).
- Grado II (Axonotmesis).
- Grado III (Neurotmesis afecta al endoneuro).
- Grado IV (Neurotmesis afecta al perineuro).
- Grado V (Neurotmesis afecta al epineuro).

Neuropraxia: es una lesión no degenerativa, es posible estimular por medio eléctrico al nervio por debajo del sitio de la lesión, pero no por encima. La parálisis motora es total, pero la sensibilidad se conserva normal y la recuperación suele presentarse dentro de un plazo de seis

semanas.

Axonotmesis: se denomina cuando el axón degenera, pero la vaina nerviosa se mantiene intacta. La mayor parte de las fibras regenera hasta sus órganos terminales originales. La recuperación puede ser adecuada si los músculos, las articulaciones y la piel se mantuvieron en buenas condiciones.

Neurotmesis: en ella, la lesión afecta al axón y a la vaina nerviosa al mismo tiempo, hay que suturar al nervio para que los axones se regeneren, y descienda por las vainas hasta los órganos terminales periféricos. Es raro que las fibras motoras y sensitivas vuelvan a crecer hasta sus respectivas placas terminales correctas, la fuerza no se recupera del todo y la localización de los estímulos sensoriales es defectuosa.

Tipos de degeneración

En caso de lesiones tipo axonotmesis y neurotmesis se puede producir degeneración en el nervio periférico. Existen dos tipos de degeneración:

1. **Degeneración walleriana:** se produce en la zona de la sección axonal. El axón pierde su estructura, se edematiza y fragmenta. El tejido conjuntivo afectado produce una cicatriz fibrosa que impide la progresión del axón (neuroma).
2. **Degeneración primaria:** cambios en el segmento proximal a la sección y en el cuerpo neuronal, que en función del grado de traumatismo son responsables de la muerte o regeneración neuronal.

Síntomas según el tipo de lesión:

1. Síntomas motores:
   - Paresia o parálisis flácida de los músculos inervados por el nervio afectado.
   - Se producen posiciones anómalas articulares debido al déficit motor y a la atrofia muscular.
2. Síntomas sensitivos:
   - Disestesia: percepción distinta de un estímulo en superficies distintas del cuerpo.
   - Hipoestesia: disminución de la sensibilidad.
   - Anestesia: falta de sensibilidad total o parcial de una parte del cuerpo.
   - Parestesia: sensación de hormigueo de una parte del cuerpo sin

estímulo previo.
- Hiperestesia: sensación incrementada de un estímulo.
- Disociación: alteración de la percepción de una sensación conservando otras.
- Hiperpatía: incremento de la percepción de un estímulo.

3. Síntomas vegetativos: Se producen alteraciones en la vasodilatación, coloración, sudoración, reflejos, entre otros.

La rapidez en la recuperación depende de la edad del paciente, así como de la distancia entre la lesión y el destino de las fibras nerviosas regeneradas. Por lo general, el nervio periférico se recupera a razón de 1.5 mm por día al principio, pero después lo hace con mayor lentitud, incluso si el paciente es anciano.

Compresión nerviosa

Compresión externa (normalmente temporal): vendajes o enyesados excesivamente compresivos. Presión posicional continuada en el tiempo.

Compresión intrínseca (permanente): posible influencia de factores anatómicos, que van a provocar la compresión de una estructura nerviosa determinada.

EFECTOS DE LAS LESIONES

Éstos son:

Motores: la interrupción de un nervio motor produce parálisis de la motoneurona inferior, con pérdida de los reflejos, del tono y de toda actividad contráctil de los músculos inervados por él, con la consiguiente atrofia del músculo, así como los tejidos blandos. Por la falta de movimiento pueden establecerse adherencias entre los tendones y las vainas, con aparición de tejido fibroso en los músculos y articulaciones.

Sensitivos: los trastornos sensitivos consisten en pérdidas de las sensaciones cutáneas y propioceptivas. El tamaño inicial de la región anestésica disminuye en la periferia, por la actividad supletoria de los nervios sensitivos adyacentes.

Autónomos: la lesión de los nervios simpáticos produce pérdida de diaforesis, la piel primero tiende a tornarse escamosa, después a ser fina y lustrosa. Las uñas son quebradizas y la piel está más expuesta a las

úlceras por compresión. La extremidad adopta la temperatura del ambiente.

Fisioterapia

Los principios terapéuticos son:

- Mantener y mejorar la circulación, así como reducir todo lo posible el edema.
- Mantener y obtener movimientos completos.
- Corregir las deformidades.
- Fomentar la función.
- Aumentar la fuerza de los músculos afectados.

MAPA DE DERMATOMAS

Una forma práctica para localizar las inervaciones a nivel superficial es recordar las zonas anatómicas que abarcan, para lo cual en la figura 9–1 se describen de forma gráfica.

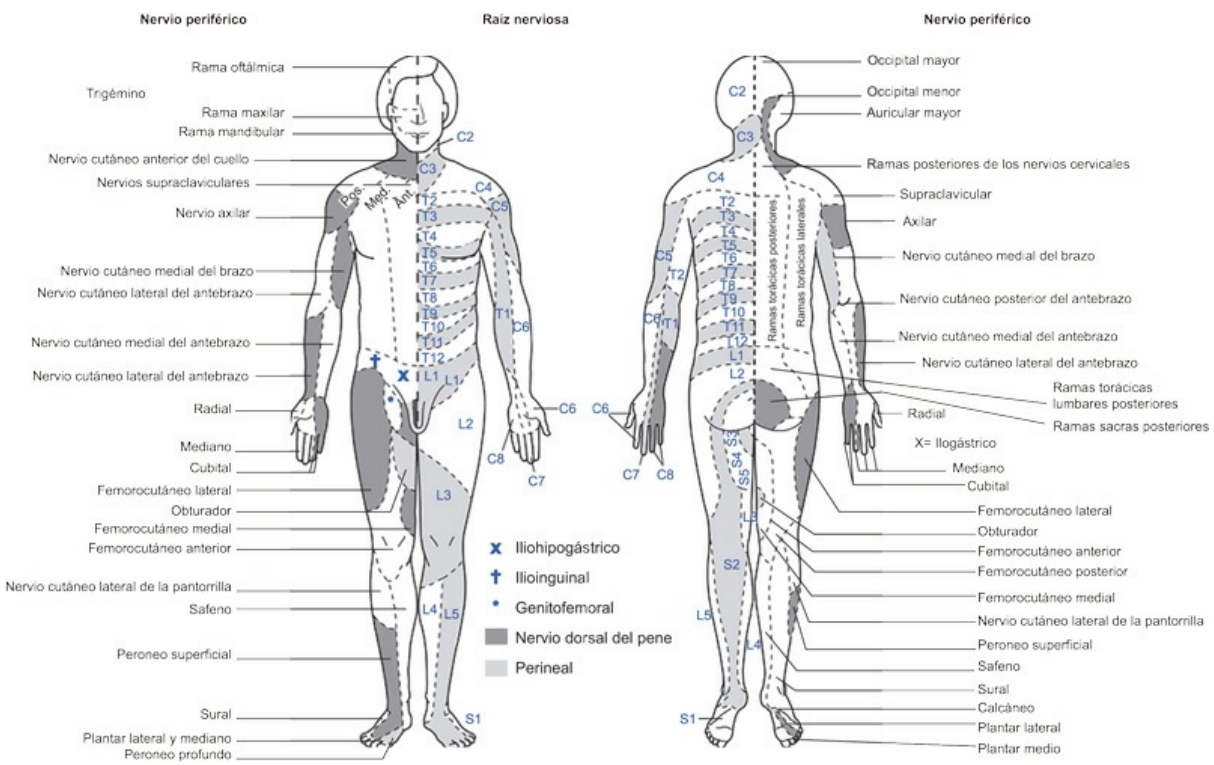


Figura 9-1. A) Localización de dermantomas en plano anterior. **B)** Localización de dermatomas en el plano posterior.

PARÁLISIS OBSTÉTRICA DE PLEXO BRAQUIAL

El tipo más común de lesión de plexo braquial se produce en lactantes y se debe a la tracción sobre una extremidad durante el parto de nalgas, o a la tracción sobre la cabeza y cuello en un parto de vértice. El traumatismo obstétrico puede ir relacionado con otras evidencias de éste como: fractura de la clavícula o del húmero. Los lactantes afectados suelen tener peso elevado al nacer, la lesión es evidente en el movimiento del nacimiento, la aparición de la parálisis depende del nivel en el cual se lesiona el plexo.

Lesión completa. Es por la luxación de la cabeza del húmero, existe parálisis completa del hombro y brazo.
Lesión incompleta. Existe una limitación del plexo superior e inferior.
Plexo superior (C5-C6, parálisis de Erb-Duchenne):

- Lesión de la quinta y sexta raíz cervical.
- Afectación del músculo deltoides, bíceps y braquiorradial.
- Debilidad del músculo supra e infraespinoso, el brazo cuelga en rotación interna.
- No puede realizarse abducción, rotación externa, flexión de codo ni supinación.
- Existe una contractura de hombro y de la articulación de codo.

Plexo inferior (C8-T1, parálisis de Kumple):

- Afecta a las raíces C8 y T1.
- Existe parálisis en músculos flexores de los dedos y de la mano.
- En ocasiones existe en lesión del nervio radical.

Etiología

Las siguientes lesiones pueden producir desprendimiento de las raíces y de la médula: por tracción durante el nacimiento, por un estiramiento forzado, por traumatismo, por flexión forzada al nacimiento.

Clasificación

Lesión leve. Falta de conducción en respuesta a un estiramiento simple de las fibras nerviosas, edema, hemorragia.
Lesión moderada. Algunas de las fibras nerviosas se estiran y otras se desgarran con hemorragia intraneural y extraneural.
Lesión grave. Rotura total de las raíces con recuperación mínima.

SÍNDROME DE ATRAPAMIENTO

Se origina por una lesión directa o por una compresión de la célula nerviosa ejercida por otras estructuras corporales adyacentes. La compresión puede ser causada por tumores nerviosos periféricos, o por ejercer presión en el tejido nervioso al igual que por un crecimiento óseo anormal, quistes o acumulaciones de tejido que ejercen presión en los nervios y éstos quedan atrapados.

- **Alteraciones en la sensibilidad:** entumecimiento, hormigueo, sensación anormal (parestesias) y sensación de ardor (neuralgia).
- **Alteraciones en el movimiento:** debilidad muscular, incapacidad para el movimiento y falta de control muscular.

SÍNDROME CERVICOBRAQUIAL

En su conjunto, este síntoma también se denomina como: síndrome del orificio costoclavicular, síndrome de las escaleras.

Este síndrome, cuyo predominio es en las mujeres, se caracteriza por una compresión vasculonerviosa (vasos subclaviculares y raíces inferiores [C8-T1] del plexo braquial), a nivel de la fosa supraclavicular, con una sintomatología constituida por:

- Dolores (parestesias) del antebrazo y de la mano (borde interno), que pueden irradiarse a la nuca y se acentúa en posiciones que estrechan el desfiladero interescaleno.
- Amiotrofia de los músculos de la mano (eminencia tenar, abductor corto, oponente del pulgar).
- Signos vasculares (frialdad, palidez de la mano, síndrome tipo Raynaud, edema).

Etiología

Su etiología, además de los factores posicionales y microtraumáticos predisponentes, agrupa diversas anomalías:

- Etiología costoclavicular, en ella la compresión se produce entre la primer costilla y la clavícula, ambas pueden presentar ciertas anomalías

congénitas o adquiridas.
- Costilla cervical o hipertrofia de la apófisis transversa de C7.
- Anomalías de los escalenos (fusión de los escalenos anteriores y medio, hipertrofia o espasticidad del escaleno anterior).
- Síndrome del pectoral menor: compresión por el pectoral menor, en más de la mitad de los casos el tratamiento es conservador, se aplicará tratamiento quirúrgico, según las anomalías anatómicas que se hayan encontrado.

Fisioterapia

Debe iniciarse lo antes posible, su objetivo principal debe ser la educación postural. Incluye:

1. Masaje para limitar la contractura de toda la cintura escapular.
2. Electroterapia, ultrasonido y termoterapia.
3. Ejercicios de relajación.
4. Corregir las posiciones profesionales y deportivas, las cuales incluyen un componente de cizallamiento entre costilla y clavícula (hombros hacia atrás y hacia abajo, brazo en abducción forzada).
5. Tonicidad suave:
   - De los músculos elevadores del tronco.
   - De los músculos anteriores (serrato mayor en recorrido interno), salvo en casos de neuralgias cervicobraquiales relacionadas.
   - De los flexores de la cabeza en recorrido interno (externo cleidomastoideo).

NEUROPATÍAS CANALICULARES DEL NERVIO SUBESCAPULAR

Situado por detrás del omóplato, el nervio subescapular atraviesa dos canales osteofibrosos formados por el ligamento coracoideo; y por el ligamento espino glenoideo.

Los traumatismos bruscos en la espalda, directos o indirectos, la luxación acromioclavicular, movimientos en falso, llevar cargas pesadas, posiciones o movimientos repetidos en los cuales se estire el nervio (ante pulsión y aducción bilateral), incluso agotamiento de la articulación escapulo humeral por problemas de articulación del hombro (periartritis escapulo humeral), pueden provocar la irritación del nervio subescapular. Esta

irritación provoca:

- Dolor intenso en el hombro (cara posterolateral), que puede irradiarse al brazo y antebrazo.
- Atrofia y debilidad secundaria de los músculos supraespinoso y subespinoso.

Debe efectuarse el diagnóstico diferencial con la periartritis escapulohumeral (hombro doloroso simple, hombro seudoparalítico y capsulitis retráctil).

Tratamiento

Consiste en crear conciencia al paciente de los movimientos que se deben evitar: aducción y cruzar los brazos delante del tórax. Del mismo modo, es necesario enseñar al paciente, las compensaciones provisionales que permiten disminuir la molestia funcional.

Después de la desaparición del dolor se recomiendan realizar ejercicios de tonicidad de los músculos afectados, inmovilizar la articulación del hombro y de la escápula torácica (en las direcciones inversas a los movimientos favorables).

SÍNDROME DEL TÚNEL DEL CARPO

El síndrome del túnel carpiano o del carpo se presenta por la compresión del nervio mediano a nivel de la muñeca, por detrás del ligamento anular anterior del carpo.

Es un síndrome neurológico, troncular y distal, el cual reúne síntomas sensitivos, motores y tróficos, entre ellos los más importantes son: parestesias dolorosas, de predominio nocturno, hipostesias superficiales, déficit motor que interesa sobre todo al oponente y abductor corto del pulgar, combinado con una amiotrofia tenar.

Las causas de compresión son numerosas; secuelas de fractura, poliartritis, gota, acromegalia, mixedema, lesiones de las vainas tenosinoviales carpianas o sólo microtraumatismos por movimientos repetidos de flexión-extensión de los dedos, con flexión dorsal de la muñeca.

El tratamiento médico conservador consiste en una ortesis en posición neutra y en infiltraciones de corticoides. El tratamiento quirúrgico tendrá

la finalidad de descompresión y se aplicará si fracasa el tratamiento conservador, desde la aparición de un efecto motor.

Tratamiento

El tratamiento conservador, que en esencia será paliativo, consistirá en:

- Enseñar o evitar los movimientos contraindicados y el empleo de la ortesis.
- Electroterapia analgésica y antiinflamatoria.
- Termoterapia.
- Ejercicios tonificantes y masaje de los músculos paréticos, sin provocar irritación.

Después de la intervención quirúrgica se hará lo siguiente:

- Reeducar a la mano, considerar el tipo de intervención.
- Masajes trófico y circulatorio.
- Movilización pasiva y activa asistida.
- Electroestimulación y fomento del tono de los músculos lesionados, cuya recuperación en general, será completa.
- Ejercicios de funcionalidad de la mano.

SÍNDROME DEL PRONADOR REDONDO

Es otro tipo posible de compresión del nervio mediano, pero éste a nivel del codo, a su paso entre las dos cabezas del pronador redondo. Su causa puede ser un traumatismo o microtraumatismos repetidos con flexión de los dedos y pronación del antebrazo. El diagnóstico diferencial en comparación con el síndrome del túnel del carpo a veces es difícil.

Tratamiento

En términos generales, es idéntico al del síndrome del túnel del carpo, el reposo debe impedir la pronación. En los ejercicios activos de recuperación muscular, se evitarán los movimientos de pronación, sobre todo simultáneos con las flexiones de los dedos.

ESCLEROSIS MÚLTIPLE

Es una afección que se caracteriza por un proceso de desmielinización de

la sustancia blanca del sistema nervioso central (SNC). Al corte del SNC, estas lesiones aparecen como pequeñas placas grises, rosadas, que corresponden a las zonas desmielinizadas que provocan trastornos de motricidad, sensibilidad, de la vista, de los esfínteres y de la psique.

La esclerosis múltiple afecta sobre todo al adolescente y al adulto joven, su evolución se produce con lentitud (a veces de 20 a 30 años), en la mayor parte de los casos se producen exacerbaciones de gravedad muy desigual, las cuales aparecen en intervalos muy variables, y van de meses a años.

Después de cada exacerbación hay una fase de remisión caracterizada por la recuperación de ciertas células nerviosas, las cuales sólo fueron dañadas de manera parcial por el mal; sin embargo, aparecen secuelas definitivas crecientes, a medida que la enfermedad evoluciona. En algunos casos puede ser de progresión lenta sin crisis evolutiva. En la esclerosis múltiple se distinguen cuatro clases de invalidez motriz:

Fase 1: independencia total. La actividad profesional está permitida.
Fase 2: signos neurológicos, parálisis, trastornos del tono, incoordinación, pérdida de equilibrio, hay semindependencia.
Fase 3: déficit motor, cerebelosos y vestibulares importantes. Marcha imposible e independencia en el sillón.
Fase 4: el paciente yace en cama con trastornos neurológicos, además de los motores (oculares, fonación, deglución, esfínteres), tróficos (escaras, descalcificación, retracciones), ortopédicos, circulatorios (edema, riesgo de flebitis) y psíquicas, el desenlace final viene siempre por complicaciones, infecciones renales o pulmonares.

La etiología de esta enfermedad no es clara, pero en la actualidad se admite, por lo general, una hipótesis que se puede resumir así: un agente exterior infeccioso o quizá viral y de un tipo muy particular, que actúa de manera preferente en un cierto periodo de la vida, en pacientes casi siempre predispuestos de modo genético, evoluciona con una larga latencia, una afección clínica que continúa de manera crónica y autoperpretada, que evoluciona en general por accesos. La fisioterapia desempeña un papel importante a todo lo largo de su evolución.

Tratamiento

El propósito principal es mantener y ampliar la actividad muscular para no

perder independencia y poder realizar las actividades de la vida diaria.

a) Entre los periodos de exacerbación se procurará: mantener los arcos de movilidad; evitar atrofia muscular; mantener el trofismo de los tejidos; fomentar la deambulación el mayor tiempo posible; facilitar la autonomía y cuidar el mantenimiento de las actividades de la vida diaria humana (ADVH).

b) Durante la exacerbación: el paciente debe estar en reposo y la terapia se limitará a movilizaciones pasivas durante 2 o 3 semanas. El ejercicio debe ser dosificado para no producir fatiga nociva.

Fases 1 y 2: el tratamiento estará precedido por una valoración completa de los siguientes trastornos: motores, cerebelosos, vestibulares, sensitivos, psíquicos y de las aptitudes funcionales.

c) Otros aspectos son: masaje, evitar complicaciones osteoarticulares y la espasticidad; luchar contra la paresia; reeducar y conservar la marcha y relajación.

Fases 3 y 4: el balance de base se completará con el de los trastornos tróficos, ortopédicos y respiratorios, se continuará con las técnicas de las fases 1 y 2, cada vez con insistencia de mayor intensidad en el tratamiento de lucha contra las complicaciones:

- Evitar los trastornos respiratorios, osteoparésticos y generales.
- Luchar contra los trastornos tróficos, ortopédicos y respiratorios.
- Mantener la independencia.
- Proporcionar tratamiento de los trastornos de esfínteres.

PARÁLISIS DEL NERVIO RADIAL

La parálisis radial en reposo produce una actitud característica en **cuello de cisne**; muñeca y articulaciones metacarpo falángicas en flexión, pulgar en aducción, además puede haber hipoestesia en la cara dorsal de la mano.

La parálisis radial casi siempre es traumática, aunque las compresiones no traumáticas son frecuentes (compresiones tumorales y poliartritis reumatoidea). Una de las causas frecuentes de parálisis radial es la compresión, ya sea por posición defectuosa del paciente bajo narcosis en una intervención quirúrgica, o con mayor frecuencia, por la parálisis del **sábado por la noche**, causada por una mala posición con compresión e isquemia del nervio en un individuo dormido y ebrio (la intoxicación etílica favorece la neuritis radial).

En los casos de compresión no traumática, el tratamiento es quirúrgico de

modo directo, mientras que para las parálisis traumáticas (contemporáneas por el accidente o posreducción quirúrgica u ortopédica) es la regla esperar la evolución espontánea con reeducación de 2 a 3 meses, antes de la exploración quirúrgica.

La recuperación espontánea puede tardar seis meses y la reeducación puede ayudarla, así como acelerarla de manera notable, la recuperación después de la sutura puede extenderse de 12 a 18 meses.

En caso de fracasar la reeducación antes y después de la sutura quirúrgica, la cirugía paliativa consiste en trasplantes tendinosos, para reemplazar una parte de los extensores por ciertos flexores, se adaptan cada caso al nivel de la parálisis, al grado de recuperación y a las necesidades del paciente.

El tratamiento de la reeducación muscular debe realizarse de manera analítica posible, según una valoración regular y seguir un orden, en el cual los músculos se recuperarán de modo habitual: tríceps y ancóneo, supinador largo, primero y segundo radial, supinador corto, cubital posterior, extensor común y extensor propio, así como extensor largo y extensor corto del pulgar, abductor largo.

La ortesis de extensión debe tratar de evitar la caída de la muñeca en flexión, además de mantener las articulaciones metacarpo falángicas en extensión.

PARÁLISIS DEL NERVIO CUBITAL

Este tipo de parálisis provoca trastornos motores (interóseos e hipotenares), así como trastornos sensitivos de la parte palmar e interna de la mano, además de un riesgo importante de rigidez de las articulaciones metacarpo falángicas e interfalángicas del anular y meñique (garra cubital).

Estos trastornos motores y sensitivos perjudican mucho la función de la mano. En caso de sutura nerviosa, los resultados de la reeducación son en general mediocres, y a menudo se necesita una intervención paliativa.

Tratamiento

- Uso y control de ortesis contra la garra cubital (día y noche, si la lesión ya está constituida).
- Movilización pasiva, sobre todo de oposición y de separación de los dedos, así como del pulgar.

- Empleo de las técnicas de recuperación de la sensibilidad.

PARÁLISIS DEL NERVIO MEDIANO

En la parálisis del nervio mediano, la lesión alta produce un defecto de flexión de la muñeca y de los dedos. En cambio, las lesiones bajas, pueden provocan trastornos motores limitados al pulgar (atrofia de la eminencia tenar y pérdida de la oposición), los trastornos sensitivos y tróficos pueden ser importantes, esto trae como consecuencia una dificultad funcional de prensión, en esencia fina. La cirugía paliativa trata de reconstituir la oposición por trasplante de tendones, sobre la primera falange del pulgar.

Tratamiento

- Luchar contra el cierre de la primera comisura (ortesis, así como movilizaciones pasiva y activa asistidas).
- Reeducación activa: ejercicios de prensión oposición y pinza fina.
- Luchar contra los trastornos tróficos.
- Técnicas de recuperación de la sensibilidad.

PARÁLISIS DEL PLEXO BRAQUIAL

Niveles de afectación:
- Preganglionar.
- Posganglionar.
- A nivel del tronco primario o secundario.

Causas de lesión:
- Cerradas: accidentes de coche, produciéndose la lesión por tracción.
- Abiertas: heridas por agresiones o accidentales.

En caso de lesión completa, se presenta una parálisis total que va a afectar a toda la extremidad, excepto a la sensibilidad de la cara interna del brazo, pues se encuentra inervada por la raíz D2.

Debido a la afectación de la musculatura del hombro, así como al peso de la propia extremidad superior, se va a producir una subluxación de la cabeza humeral; así, el brazo va a estar caído, a lo largo del cuerpo, mientras que el hombro va a rotación interna y ante versión, y el codo está en extensión, el antebrazo pronado y la mano caída.

COMPRESIÓN DEL CIÁTICO

Nivel del músculo piramidal:

Síntomas:

- Dolor.
- Parestesias en glúteos con posibilidad de irradiación hacia la cara posterior del muslo, llegando hasta la rodilla.
- Puede aparecer una posición de la cadera en rotación externa, debido al acortamiento del músculo piramidal.
- El dolor va a aumentar en posiciones en la que se tense el nervio.

SÍNDROME DEL PIRAMIDAL O PIRIFORME

El músculo piramidal inserta en su parte superior del sacro y desciende a través de la pelvis por un agujero ciático mayor y se inserta en el trocánter mayor. Se caracteriza por presentar dolor intenso en el glúteo que se extiende por la cara posterior del muslo nunca llega a sobrepasar la rodilla.

Sensación de adormecimiento, acorchamiento u hormigueo, en ocasiones lo refieren como dolor terebrante, pungitivo o como una sensación de latigazo y urente en toda la nalga. Se suele confundir con radiculopatia ciática.

COMPRESIÓN DEL NERVIO FEMOROCUTÁNEO EXTERNO

Este nervio puede comprimirse a su paso por el ligamento inguinal o la espina iliaca anterosuperior.

Causas: obesidad, embarazo, cirugía abdominal o uso de ropa demasiado ajustada. Es importante señalar que la sintomatología es sólo sensitiva, al tratarse de un nervio sensitivo. Esta sintomatología va a consistir en dolor y parestesias en la parte antero externa del muslo.

COMPRESIÓN DEL NERVIO TIBIAL POSTERIOR

La zona más frecuente de compresión es a nivel del tobillo, entre la parte posterior del maléolo tibial y el retináculo flexor.

Causas:

- Fracturas desplazadas de calcáneo y traumatismos en la región.
- Hipermovilidad articular.
- Artropatías inflamatorias.

Se presenta dolor y parestesias en la planta del pie y en la región medial.

COMPRESIÓN DEL NERVIO DIGITAL PLANTAR

Se llama neuroma o metatarsalgia de Morton. El lugar de compresión de dicho nervio es entre las cabezas del segundo y tercer metatarsiano. Los síntomas son el dolor al apoyar.

LESIONES DEL NERVIO LUMBOSACRO

Los plexos lumbar y sacro están mejor protegidos que el plexo braquial; sin embargo, están expuestos a tumores o a lesiones por traumatismos a nivel de la cadera (plexo sacro). Las parálisis pueden ser completas o parciales, además predominan a nivel L5 (parálisis de la cara anterior de la pierna). La recuperación es larga, también interviene la cirugía, ya sea temprana (microcirugía) o en forma tardía (cirugía paliativa funcional).

El tratamiento seguirá los mismos principios que en las parálisis del miembro superior, los aparatos ortopédicos se emplearán en su mayoría, de manera pasajera o definitiva.

PARÁLISIS DEL NERVIO CRURAL

El nervio crural inerva los músculos psoasilíaco, pectíneo, sartorio, aductor medio y sobre todo el cuádriceps. Es responsable de la sensibilidad de la cara anterior del muslo, de la mitad interna de la rodilla, de la pierna y de la cara interna del pie. La lesión del nervio crural se manifiesta por una grave impotencia funcional como:

- Dificultad de la marcha (marcha de saludo: tronco hacia adelante, colocación del talón en primer lugar), la extensión de la rodilla se obtiene por un golpe manual sobre la rodilla o por el movimiento de la cadera, llevada de manera brusca hacia atrás).
- Dificultad para bajar y subir escaleras, así como para pasar de la posición

de sentado a la posición de pie.

La lesión del nervio crural es sobre todo, una complicación de fracturas (pelvis, cuello del fémur), tumores (del psoas, de la pelvis), aneurismas de la arteria femoral profunda, pero también de ciertas intervenciones quirúrgicas (pelvis menor, obstétrica, ortopédica). Consecutivas a la parálisis se pueden observar:

- Hipertrofia de las masas lumbares del mismo lado.
- Atrofia de la cara anterior del muslo.
- Deformaciones ortopédicas: *genu recurvatum* o *flexium*.
- Posición defectuosa de la pelvis, la cual provoca desviaciones vertebrales.

Tratamiento

Movilizar, estimular y después reforzar los músculos dañados (cuádriceps y psoas ilíaco).

- **Lucha contra:** *genu recurvatum*; férulas, reforzar los músculos isquiotibiales, mantener arcos de movimiento. La hipertrofia y las contracturas de las masas lumbares.
- **Fortalecer la musculatura:** de los miembros superiores y tronco, si se utilizan muletas o bastón, así como los glúteos, abdominales y dorsales. Ejercicios funcionales.

LESIÓN POPLÍTEO EXTERNO

Casi siempre se debe a un traumatismo a nivel de la cara externa, de la parte superior de la pierna, cuando el nervio rodea el cuello del peroneo; esta parálisis provoca un déficit de los músculos de la eversión y de la flexión dorsal del pie (peroneos y tibial anterior), esto origina un pie caído en equino varo, así como un déficit de la sensibilidad del borde externo de la pierna y del dorso del pie.

Otras etiologías posibles son la parálisis por compresión, la fractura de la cabeza del peroneo y la neuropatía diabética.

LESIÓN POPLÍTEO INTERNO

Provoca una parálisis del tríceps y de los músculos plantares, además

anestesia o hipoestesia dolorosa plantar, la cual perturba de manera considerable la marcha. La parálisis del tronco del ciático: combina ambas maneras precedentes.

Tratamiento

El nervio ciático se divide en nervio musculocutáneo de la pierna, nervios ciático poplíteo externo entre el nervio tibial anterior que da inervación al músculo tibial anterior (L4), extensor común de los dedos del pie, extensor propio del primer dedo (L5), provocando la dorsiflexión del pie (extensión del tobillo); si cualquiera de los anteriores se lesiona se presenta incapacidad para levantar la punta del pie. Se indica el uso de férula, la cual se puede poner articulada o fija, se emplea el uso de electroestimulación muscular así como ejercicios de reeducación funcional.

TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO

Los accidentes craneales ocupan el primer lugar como causa de muerte, sobre todo en la niñez, cerca de 30% de las muertes por accidentes se deben a lesiones en la cabeza, la mayor parte de éstas se presentan por accidentes automovilísticos. Alrededor de 200 000 casos, las lesiones son muy graves y requieren hospitalización.

Mecanismos

La mayor parte de las lesiones de la cabeza producen pérdida transitoria de la conciencia (contusión), relacionada con un periodo variable de amnesia retrógrada. Se piensa que el mecanismo consiste en una alteración transitoria de la función del sistema reticuloactivador, a nivel de la base del cráneo.

El traumatismo del cráneo puede producir contusión cerebral de modo directo, bajo el área de impacto (lesiones del golpe) o en el lado opuesto del cerebro (lesiones de contragolpe). Los daños del contragolpe (lesiones a 180º del sitio del traumatismo) se presentan casi siempre cuando la cabeza en movimiento se detiene de manera brusca y total; por ejemplo, al impacto de una caída.

Con mayor frecuencia, los daños del contragolpe afectan a los polos frontales, temporales o ambos, los daños que se presentan con menor

frecuencia pueden afectar los segmentos occipitales. Por lo general, la contusión cerebral se acompaña de pérdida inicial de la conciencia, los posibles déficit neurológicos focales se relacionan con el sitio anatómico, afectado por la lesión cerebral.

Cefalohematoma

Los cefalohematomas (hemorragia por abajo del periostio del cráneo) casi siempre son unilaterales y a diferencia de los hematomas subgaleales, no cruzan las líneas de sutura, con frecuencia los cefalohematomas afectan la región parietal y hasta 25% de los casos se relacionan con alguna fractura craneal lineal.

Al palpar, se percibe un borde circular, que a menudo se confunde con la depresión de una fractura del cráneo. En general, se trata de lesiones benignas, las cuales se resuelven en pocas semanas.

Fractura del cráneo

Con frecuencia es una complicación del traumatismo en la cabeza, las fracturas lineales no suelen producir consecuencias graves; sin embargo, las fracturas lineales que cruzan los principales senos dúrales o las arterias meníngeas, pueden estar relacionadas con hematomas significativos.

Fracturas de la base del cráneo

Son visibles con los rayos X de rutina en 20% de los casos, el diagnóstico depende de la exploración física, se diagnostica fractura basal cuando se presenta un hemotímpano o se observa fuga del líquido cefalorraquídeo (LCR) por la nariz, boca u oídos.

También se diagnostica cuando se observa el signo de Battle (equimosis sobre el mastoideo) o con los **ojos de mapache** (equimosis periorbitaria), los cuales tienden a desarrollarse a las pocas horas después del traumatismo inicial.

Fracturas con depresión de cráneo

Se presentan cuando el hueso se desplaza por debajo del nivel normal, al contorno del cráneo y pueden ser de notable importancia clínica.

La presentación clínica de las fracturas con depresión del cráneo tiene una amplia variación, desde un simple hundimiento de la lámina externa, lo cual no implica riesgo, hasta una depresión compuesta con laceraciones

o contusiones subyacentes a la fractura.

Tratamiento físico

El paciente con lesión craneoencefálica presenta un problema considerable, en cuanto al tratamiento. Por tanto, se recomienda preservar la vida y evitar el daño cerebral secundario, como prioridades en el tratamiento de urgencia del paciente con lesión craneoencefálica y lesiones múltiples.

Cuando se ve al paciente por primera vez, es imposible predecir con exactitud el grado de recuperación que se logrará. Algunos autores consideran que la duración del coma es una guía de pronóstico, de quienes padecen coma durante más de un mes, 20% vuelven a trabajar, 60% sobreviven con distintos grados de invalidez laboral y 20% mueren. La rehabilitación final del paciente con lesión cerebral grave puede demandar hasta dos años o más de tratamiento. Algunos puntos generales sobre el cuidado temprano son:

- Cuidar las vías aéreas. (Esto se realiza por medio de aspiraciones y percusiones en la espalda superior para evitar la acumulación de flemas que se producen por no haber movimiento normal ni cooperación del paciente).
- Mantener al paciente en una posición adecuada y cambiarla de modo constante. (Esto es para evitar escaras de presión y se recomienda que sea mínimo cada 4 h).
- Alimentación por sonda nasogástrica. (Esto lo realiza el personal de enfermería, por lo regular se efectúa cada 6 h).
- Cuidados generales de la piel. (Se debe mantener la piel lubricada así como vigilada para evitar enrojecimientos en los puntos de apoyo y evitar escaras).
- Alineación de segmentos corporales. (Mantener en óptima postura tanto de miembros superiores e inferiores, para evitar contracturas, esto se puede realizar por medio de férulas, sobre todo en los pies, para mantener la posición fisiológica).
- Movilización. (Se realiza para evitar contracturas y posiciones viciosas haciendo al paciente una serie de ejercicios asistidos y estiramientos de todos los arcos de movilidad).
- Tomar de manera constante la temperatura. (Se toma por lo menos tres veces al día).

Cuando se presente un traumatismo craneoencefálico (TCE) es importante considerar las siguientes medidas:

- Mantener al paciente bajo observación. Durante las primeras 24 a 48 h.
- Es importante para ver si el paciente presenta cambios.
- Estado de conciencia del paciente, si presenta falta de memoria o estados de somnolencia fuera de las horas habituales.
- Aparición de vómitos, dolores de cabeza bruscos o intensos.
- Irritabilidad, confusión o cambios de carácter.
- Alteraciones de la visión, borrosas o dobles (diplopía).
- Asimetría en el tamaño de las pupilas.
- Debilidad de alguna de las extremidades.
- Alteración en el equilibrio.
- Convulsiones.
- Secreción de líquido claro (cefalorraquídeo) por oídos o nariz.

BIBLIOGRAFÍA

Velásquez PL, Fiallos FE: Tratamiento de las lesiones de nervios Periféricos en el hospital escuela. Rev. Med Post UNAH, 2001.

Weisz B, Belson A, Milbauer B, Raif S: *Complications of exchange transfusion in term and preterm newborns*. Harefuah, 1996.

Gomar Sancho F, Silvestre A: *Síndromes canaliculares de los miembros. Manual SECOT de Cirugía Ortopédica y Traumatología*. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2003.

Llanos LF, Vilá J, Núñez-Samper M: Clinical symptoms and treatment of the foot and ankle nerve entrapment syndromes. Foot and Ankle Surgery, 1999.

Palazzi Duarte AS *et al*.: Cirugía de los nervios periféricos. Revista de Ortopedia y Traumatología. Madrid, 1972;Vol. 16 IB, fascículo 4.

Silberman F: *Ortopedia y Traumatología*. Buenos Aires: El Ateneo, 1995.

CAPÍTULO 10

Lesiones medulares

ANATOMÍA DE LA MÉDULA ESPINAL

La médula espinal es un órgano cuya estructura semeja una masa cilíndrica alargada formada por tejido nervioso que ocupa los dos tercios superiores del conducto raquídeo, mide de 42 a 45 cm. Comienza como una continuación del bulbo raquídeo y acaba hacia la segunda vértebra lumbar. El cono medular es el extremo distal del cual se extiende un delicado filamento (*filum terminale*), éste se inserta en el primer segmento del cóccix. Posee un engrosamiento cervical y otro lumbar, los cuales sirven de puntos de origen a los nervios de las extremidades.

Está separada de modo parcial en dos mitades (izquierda y derecha) por el surco medio anterior y el surco medio posterior. La sustancia gris de la médula está dividida en astas y la sustancia blanca en cordones. En la parte media de ésta se encuentra el conducto central que corre a lo largo de toda la médula. La médula espinal se encuentra protegida por la columna vertebral, meninges y líquido cefalorraquídeo (LCR). En un corte transversal de la médula espinal se observan la comisura gris, el conducto central, astas grises anteriores, posteriores y laterales, así como los cordones blancos anteriores, posteriores y laterales, además de los fascículos ascendentes y descendentes.

FISIOLOGÍA DE LA MÉDULA ESPINAL

La función de la médula espinal consiste en transportar los impulsos sensitivos desde la periferia al encéfalo (fascículos sensitivos) y los impulsos motores desde el encéfalo a la periferia (fascículos motores) (cuadro 10–1). Otra función de la médula es actuar como centro integrador de los reflejos medulares; ello tiene lugar en la sustancia gris. Un reflejo es una respuesta rápida y automática a los cambios en el ambiente que ayuda a mantener la homeostasis. Los reflejos pueden ser: medulares o craneales,

somáticos o viscerales.

Cuadro 10–1. Funciones de las vías de la médula espinal	
1. Cordón anterior	
Haces descendentes	
Vía	**Función**
Piramidal directo	Movimientos voluntarios
Vestíbulospinal	Referentes estatocinéticos
Tectospinal	Referentes audiovisuales
Reticulospinal	Tono muscular
Haces ascendentes	
Vía	**Función**
Espinotalámica ventral y dorsal	Propiocepción refleja
Espinoolivar	Propiocepción refleja
2. Cordón lateral	
Haces descendentes	
Vía	**Función**
Piramidal cruzado	Movimientos voluntarios
Rubroespinal	Tono muscular y sinergia
Olivoespinal	Reflejo
Haces ascendentes	
Vía	**Función**
Espinocerebelosa ventral y dorsal	Propiocepción refleja
Espinotalámica lateral	Dolor y temperatura
Espinotectal	Refleja
3. Cordón posterior	
Haces descendentes	
Vía	**Función**
Fascículo semilunar y septo marginal	Asociación e integración
Haces ascendentes	
Vía	**Función**
Fascículo de Gelly de Burdach	Vibración, movimiento pasivo articular y discriminación de dos puntos

DEFINICIÓN DE LESIÓN MEDULAR

Se define lesión medular a cualquier alteración sobre la médula espinal,

que puede producir alteraciones en el movimiento, la sensibilidad o la función autónoma por debajo del nivel de la lesión. Los nervios son cordones compuestos de fibras nerviosas, las cuales conforman la medula espinal, estas fibras nerviosas transportan mensajes entre el cerebro y diferentes partes del cuerpo, estos mensajes se relacionan con el movimiento y la sensibilidad; por ejemplo, el calor, frío, etcétera.

La columna vertebral es el soporte del cuerpo. La médula espinal pasa por el conducto vertebral. La médula espinal tiene aproximadamente 45 cm. de largo. Se extiende desde la base del cerebro. Continúa hasta la cintura. El haz de fibras nerviosas que constituyen la médula espinal por sí mismo son las neuronas motoras superiores.

Los nervios espinales se ramifican desde la médula espinal hacia arriba y hacia abajo del cuello y la espalda. Estos nervios, neuronas motoras inferiores, salen entre cada vértebra y alcanzan todas las partes del cuerpo. La médula espinal termina cerca de la línea de la cintura. Desde este punto, las fibras nerviosas espinales bajas continúan hacia abajo a través del canal espinal hasta el sacro o cóccix.

La columna espinal está dividida en cuatro partes. La parte superior es el área cervical, tiene siete vértebras cervicales. La parte media es la dorsal, abarca el área del pecho y tiene 12 vértebras dorsales. La sección baja es el área lumbar y tiene cinco vértebras lumbares. La sección final tiene cinco vértebras sacrococcígeas y es el área sacra.

Las afecciones medulares o mielopatías pueden existir de forma rápida, y con sintomatología instantánea o de aparición lenta, insidiosa, como consecuencia de enfermedades medulares, se caracterizan por anestesia, parálisis y alteraciones de esfínteres.

ETIOLOGÍA

1. Malformaciones congénitas:
   - Espina bífida oculta.
   - Espina bífida manifiesta: meningocele, mielomeningocele, raquisquisis.
2. Circulatorias: infartos vasculares, necrosis, malformación de vasos, rotura de aneurismas.
3. Causas infecciosas:
   - Tuberculosis.
   - Sífilis: meningomielitis sifilítica; tabes dorsal.
4. Degenerativa: esclerosis lateral amiotrófica, enfermedad de Friedrich,

ataxia hereditaria, esclerosis en placa o múltiple, neuromielitis óptica de Devi.

5. Tumorales: cervical, dorsal y lumbar.
6. Presión externa:
   - Acondroplasia.
   - Protrusión de disco y osteofitosis.
   - Tumores extramedulares: meningiomas, tumores primarios y metástasis.
   - Infecciones: Absceso piógeno.
7. Traumáticos: fracturas, luxaciones, fracturas-luxaciones, heridas por arma blanca., heridas por arma de fuego y accidentes automovilísticos.
8. Inflamatorias: mielitis transversal.

CONCEPTOS

Existen importantes definiciones que deben conocerse para la comprensión de la patología medular:

Conmoción medular: la transmisión de la fuerza del agente traumático se hace sin que se amortigüe con el cojinete protector. Se caracteriza por edema, acompañado de estasis vascular, que se recupera dentro de las 24 a 48 h. Hay trastornos verdaderos funcionales de la conductividad eléctrica y puede abarcar varios segmentos. La aparición puede ser inmediata o presentarse en 1 o 2 semanas. Es reversible.

Contusión medular: la acción de la fuerza traumática es directa sobre el neuroeje. Se localiza en un solo sector medular. Los trastornos aparecen de inmediato. Hay edema del parénquima medular muy acentuado, y puede ocupar todo el canal neural. El cuadro es irreversible.

Compresión medular: hay opresión de la médula espinal. Se agregan procesos parenquimeningíticos y aracnoiditis que ocasionan síndromes funiculorradiculares. El cuadro es irreversible.

Laceración medular: hay desgarramiento de las meninges, destrucción del parénquima medular y roturas vasculares. Aparición inmediata. Es irreversible.

FISIOPATOLOGÍA

La lesión medular abarca de manera simultánea las meninges, los vasos sanguíneos y el tejido nervioso. Dentro de sus características destacan:

- Cambios morfológicos de la médula.
- Hemorragia y daño vascular.
- Cambios estructurales en la sustancia gris y blanca.
- Respuesta bioquímica secundaria al trauma.

En la mayoría de las lesiones medulares, la dura y la aracnoides permanecen intactas. Las arterias espinales anterior y posterior con frecuencia son respetadas. Con grados moderados de trauma, pequeños vasos intramedulares pueden ser lesionados, lo cual produce hemorragia y lesión tisular; la disrupción traumática de estos vasos produce disminución del flujo tisular, lo cual conduce a necrosis hemorrágica de la sustancia gris central y a cambios vasculares y quísticos que se extienden a la sustancia blanca. Las alteraciones estructurales consisten en la apertura de las pequeñas uniones del endotelio vascular, separación del endotelio de su membrana basal y acumulación de numerosos trombos de plaquetas.

Lesiones más comunes de la médula espinal

Son causadas por accidentes de tránsito o caídas desde las alturas. La mayor parte de las lesiones de la columna vertebral no afectan su estabilidad intrínseca, porque la médula espinal y las raíces nerviosas están protegidas. Fuerzas de mayor magnitud y en especial aquellas con un elemento de torsión llevan a rupturas ligamentosas y lesión o desplazamiento óseo. En estas lesiones la médula espinal pueden ser sobre estirada, rasgada o dañada, por un choque directo con el hueso.

Una lesión de la médula espinal puede ocurrir debido a una lesión o a una enfermedad de la columna vertebral. En la mayoría de las lesiones de la médula espinal, las vértebras la pellizcan. La médula espinal puede inflamarse. Una enfermedad o infección puede causar resultados similares. Los sitios más comunes para las lesiones de fractura o dislocación son las uniones C5-C6, C6-C7 y D12-L1.

La materia gris central es más susceptible a la lesión que las fibras longitudinales. Un área de necrosis hemorrágica en expansión se establece con rapidez en el área que rodea al conducto central, y de acuerdo con la gravedad de la fuerza externa, ésta puede extenderse en sentido longitudinal por muchos segmentos. En lesiones graves, la necrosis y el edema se extienden a la materia blanca, esto sucede más en lesiones por impacto. Entre las lesiones más usuales, la torsión es más fuerte que el

impacto, debido a que esto provoca estiramiento o rotura de las fibras blancas. El infarto es reemplazado de manera gradual por fibrosis neuroglial, lo cual forma una barrera casi impenetrable por las fibras en regeneración. Una regeneración axonal es posible, pero el tejido cicatrizal impide el restablecimiento de la continuidad apropiada.

Niveles de lesión

En relación con la altura de la lesión es posible reconocerla por los siguientes datos clínicos:

Lesión de C1-C4. Cuadriplejía. Anestesia completa que se inicia en la nuca y cuello. Parálisis del músculo trapecio y esternocleidomastoideo. Crisis disnéicas y asfixia por parálisis del diafragma (lesión del centro del nervio frénico).

Lesión de C5-C7. Cuadriplejía. Anestesia completa que se inicia a nivel de la clavícula. Parálisis periférica que afecta a los músculos deltoides, bíceps, braquial anterior, supinador largo, supra e infraespinoso y haz clavicular del pectoral mayor. Abolición del reflejo estilorradial (C5-C6).

Lesión de C8-T1. Cuadriplejía. Parálisis flácida de los músculos de la eminencia tenar e hipotenar, de interóseos, flexores y extensores de dedos. Anestesia desde la segunda costilla. Abolición del reflejo cúbito pronador (C8).

Lesión de T2-T6. Paraplejía. Dificultad para respirar por parálisis de los músculos intercostales.

Lesión de T6-T12. Paraplejía. Reflejos abdominales ausentes o reducidos.

Lesión de L1-S2. Paraplejía. Anestesia a nivel del pliegue inguinal. Parálisis tipo crural. Reflejo rotuliano ausente.

Lesión medular a nivel cervical:

- Cuadriplejía espástica.
- Anestesia por debajo del nivel de lesión.
- Intestino neurogénico de motoneurona superior.
- Vejiga neurogénica de motoneurona superior.
- Hipotensión postural.
- Trastornos de regulación de temperatura.
- Alteración de la función sexual.
- Hiperreflexia anatómica: crisis hipertensivas con cefalea intensa, diaforesis, obstrucción nasal, escalofríos, bradicardia, desencadenadas por estímulos viscerales por distensión de la vejiga o intestino. Se

produce en lesiones por arriba de C5.

Lesión medular por arriba de T10:

- Paraplejía espástica: hipertonía, hiperreflexia, reflejos anormales (Babinski), aumento del reflejo de estiramiento, reflejo de triple flexión, sin reacción de degeneración, sin fibrilación en la electromiografía.
- Anestesia (escaras).
- Intestino neurogénico de motoneurona superior, con reflejo anal presente.
- Vejiga neurogénica de motoneurona superior, con parálisis espástica del detrusor de la vejiga, del esfínter externo de la vejiga, así como del ano y músculo del perineo. Reflejos somáticos y automáticos presentes, exaltados con presencia de **áreas gatillo**. Vaciamiento de la vejiga por actividad refleja del detrusor.
- Disfunción eréctil. Existencia de erección, posibilidad de relaciones sexuales.

Lesión medular por debajo de T10:

- Paraplejía flácida. Hipotonía, arreflexia, atrofia muscular, reacción de degeneración en electromiografía.
- Anestesia.
- Intestino neurogénico de motoneurona inferior. Hipotonía del esfínter rectal, ausencia del reflejo anal, así como del reflejo bulbocavernoso.
- Vejiga neurogénica de motoneurona inferior. Parálisis flácida del esfínter externo de la vejiga, del esfínter anal y músculo del perineo. Reflejos somáticos y automáticos abolidos. Vaciamiento de la vejiga por presión intrínseca, esfuerzo o por rebosamiento.
- Alteración de la función sexual. Pérdida del orgasmo normal (sólo hay sensación agradable en bajo vientre, ingle o cara interior de los muslos). Pérdida de la erección (son de orden psicológico). Pérdida de eyaculación (puede presentarse).

Cambios después de la lesión inicial

Algunas veces, seguido de un trauma, la médula espinal está sólo inflamada después de la lesión inicial. Cuando la inflamación cede, los nervios pueden comenzar a trabajar otra vez. Entre más tiempo pase sin mejoría, es menos probable lograr la recuperación.

En otras ocasiones, tienen movimientos involuntarios, como temblores o movimientos nerviosos. Estos movimientos se llaman **espasmos**. Los

cuales no son signo de recuperación. Un espasmo ocurre cuando un mensaje equivocado desde un nervio causa que un músculo se mueva. Los pacientes no pueden controlar este movimiento.

Una lesión en la médula espinal afecta otras funciones del cuerpo. Los pulmones, intestinos y vejiga urinaria pueden no trabajar de la misma manera antes de la lesión. También ocurren cambios en la función sexual. Todos los nervios por arriba del nivel de la lesión continúan funcionando con normabilidad. Por abajo del nivel de la lesión, los nervios de la médula espinal no pueden enviar mensajes entre el cerebro y las diferentes partes del cuerpo tal y como lo hacían antes de la lesión.

Lesión parcial y total:

- La lesión total: no existe comunicación entre el cerebro y la médula.
- Lesión parcial: algunos mensajes logran pasar, mientras otros no. La cantidad y el tipo de mensajes que pueden pasar entre el cerebro y las diferentes partes del cuerpo pueden depender del daño de lesión de los nervios. Con una lesión parcial pueden tener mucha sensación, pero poco movimiento.

Otros pueden tener algo de movimiento y muy poca sensación. Las lesiones parciales espinales, varían de una persona a otra debido a que diferentes fibras nerviosas son dañadas en el cordón espinal motor y sensitivo (cuadro 10-2).

Cuadro 10–2. Patrón de movimientos

	Patrón de movimiento	Nivel
Cuello	Flexión, extensión, rotación	C1,C2,C3,C4
Hombro	Flexión	C5,C6
	Aducción	C5,C6
	Aducción	C5,C6,C7,C8
	Extensión	C5,C6,C7,C8
Codo	Flexión	C5,C6
	Extensión	C7,C8
Antebrazo	Pronación	C6,C7
	Supinación	C5,C6,C7
Muñeca	Extensión	C6,C7
	Flexión	C6,C7,D1

Mano	Extensión gruesa de los dedos	C6, C7, C8
	Flexión gruesa de los dedos	C7, C8, D1
	Movimiento digital fino	C8, D1
Espalda	Extensión	C4 a L1
Músculos para la respiración		D2 a D12
Diafragma		C2, C3, C4
Músculos abdominales		D6 a L1
Cadera	Flexión	L2, L3, L4
	Abducción	L4, L5, S1
	Aducción	L2, L3, L4
	Extensión	L4, L5, S1
	Rotación	L4, L5, S1, S2
Rodilla	Flexión	L2, L3, L4
	Extensión	L4,L5,S1
Tobillo		L4,L5,S1,S2
Pie		L4,L5,S1,S2
Vejiga		S2,S3,S4
Intestino	Recto y esfínter anal	S2,S3,S4
Aparato reproductor. Erección	Espina sacra	S2,S3,S4
Eyaculación	Espina lumbar	L1,L2,L3

Formas clínicas

Lesión espinal transversa aguda completa. Dicha lesión presenta dos estadios:

Choque medular:

- Síntomas motores: parálisis flácida por debajo del sitio de lesión.
- Cinestesia total por debajo de la lesión.
- Reflejos osteotendinosos abolidos.
- Reflejos cutáneos superficiales reducidos o abolidos.
- Tono muscular disminuido.
- Retención de orina.
- Vaciamiento de vejiga por rebosamiento.
- Relajación del esfínter anal.

Lesión de fase tardía:

- Recuperación del automatismo medular y con él, de la espontaneidad.
- Persiste la parálisis, ahora de tipo espástico.
- Persiste la alteración sensitiva.
- Reflejos osteotendinosos aumentados.
- Presencia de reflejos patológicos.
- Tono muscular aumentado.

Las manifestaciones de lesión aguda completa se producen por fracturas, heridas de arma blanca y arma de fuego. La lesión espinal transversa aguda incompleta tiene un cuadro similar al anterior, difiere en que los signos y síntomas son parciales. La lesión espinal transversa incompleta de desarrollo lento se divide en dos:

- Fase dolorosa: es precoz, el dolor es el síntoma principal, es de tipo radicular y puede acompañarse de alteraciones sensitivas.
- Fase paralítica: se presenta hipertonía, hiperreflexia, presencia de reflejos patológicos y alteraciones esfínterianas.

Tratamiento

Objetivos:

- Tratamiento temprano y continuo con el objeto de lograr la recuperación lo más pronto posible.
- Prevención de contracturas por medio de posiciones correctas, así como movimientos pasivos.
- Reeducación e hiperdesarrollo de las partes normales del cuerpo, para compensar los músculos paralizados.
- Restauración de la sensibilidad postural.
- Reajuste del control vasomotor.
- Lograr la máxima independencia en las actividades de la vida diaria humana (AVDH).
- Prevención de complicaciones secundarias, sean respiratorias, viscerales, circulatorias, deformidades, pérdida de amplitud articular y tejidos blandos, deformidad, lesión articular y de la piel, calcificación de tejidos blandos y espasticidad.

Estadio temprano

- Evitar el movimiento de la columna inestable.
- Mantener vía aérea permeable.
- Prevenir daño de la piel y las articulaciones.
- Cuidar la función vesical e intestinal.
- Brindar apoyo psicológico al paciente y familiares.

Ejercicios en cama

Activos: realizados por parte del paciente, para iniciar mecanismos compensatorios.

Procesos inestables: movimientos bilaterales en donde se produzca expansión del tórax, esto da resistencia constante y sin ejercer tracción desigual en la columna.

Procesos estables: ejercicios sencillos contra resistencia manual o mecánica moderada, se pone atención en los músculos dorsal ancho, pectoral mayor y cuadrado lumbar.

Lesiones incompletas: ejercicios activos y resistidos, en algunos casos se emplea estimulación eléctrica. Cuando es lesión cervical, debe realizarse en forma cuidadosa.

Proceso consolidado: se realizan con vigor, se enseña al paciente a equilibrarse, permanencia en posición sentado y sin ayuda.

Alineación de segmentos

- Uso de tracción cervical, apoyo en cuello, bolsas de arena.
- Evitar la lordosis lumbar, emplean almohadas para mantener separadas las extremidades, evitar apoyos en salientes óseas.
- Uso de camas eléctricas, cuyo mecanismo permita girar al paciente y evitar puntos de presión.
- Cambios de decúbito, tan pronto como sea posible, se mantiene siempre la posición de la columna, además de evitar presión sobre salientes óseas. Son cuidados para la piel y las articulaciones. Dichas medidas ayudan también en el caso de trastornos circulatorios, de movilidad articular y tejidos blandos.
- Utilizar camas de agua, camas de baja pérdida de aire.

Rehabilitación respiratoria

- Se realizan vibraciones y compresiones en costillas, para eliminar secreciones del aparato respiratorio.

- La técnica para estimular tos se realiza, cuidando de no lesionar estructuras de la caja torácica.
- Lesiones arriba de C3-C4, puede llevarse a cabo la estimulación eléctrica del nervio frénico para favorecer la actividad del diafragma y llevar al paciente a abandonar la ventilación mecánica.

Tratamiento de trastornos vasomotores

- Mesa de estabilidad.
- Ejercicios de respiración profunda.
- Cambios de posición.
- Ejercicios de balanceo y extensión en cama, también de manera gradual, en posición sentado y de pie.

Sensibilidad postural

Adiestramiento para que el paciente recupere su sensación postural, se utiliza el espejo, o sus ojos.

Ejercicios de fortalecimiento

Se realizan poniendo resistencia manual en los músculos no afectados y aumentando de manera paulatina la fuerza.

Cuidado de vejiga e intestino

Enseñanza, ayuda y apoyo para aceptar las complicaciones de incontinencia doble, además de hacerse responsable del cuidado para dicha función vital.

Ejercicios encaminados a las AVDH

- Deslizamientos.
- Traslaciones.
- Giros.
- Automovilidad hasta donde sea posible, para que, de manera posterior, el paciente pueda ser independiente y autosuficiente.

Estadio en el cual se permite apoyo de peso sobre columna.

Equilibrio y postura

- Reajuste de buena postura y equilibrio, sin apoyo posterior o de brazos.

Lograr que el paciente se siente en el colchón con la columna derecha, caderas flexionadas y rodillas extendidas.

- Después se realizan balanceos, apoyos, movimiento de brazos y tronco, sin perder la buena postura. Puede usarse un espejo postural.
- Los ejercicios anteriores también se realizan en silla de ruedas, así como el uso de la misma: traslación, salvar declives, recoger objetos y cambios a silla, cama, baño, entre otros.

Programa de ejercicios funcionales

Cuidado de la piel y articulaciones:

- Revisión por medio de espejo.
- Revisión de la piel.
- Cambios de postura hechos ya por el paciente, elevaciones dentro de la silla de ruedas.
- Cuidado de la posición de los miembros para evitar golpes o lesiones de piel (escoriaciones dérmicas, heridas, entre otros).
- Evitar arrugas en la ropa de cama o mal estado de cojines, sábanas, asientos que pudieran lastimar partes blandas.

Autocuidado

Enseñanza de AVDH, para que el paciente pueda vestirse a sí mismo, lavarse, cuidar su orinal o sonda y colocación de ortesis.

Espasticidad

El grado de gravedad de la espasticidad varía de acuerdo con la eficacia del tratamiento temprano, con la posición del paciente y con la respuesta a estímulos. Si se producen espasmos involuntarios, se incrementan los riesgos de escaras de presión. Las escaras, la infección urinaria y las contracturas de tejidos blandos incrementan los estímulos para despertar espasmos. En ese sentido se establece un círculo vicioso que debe romperse:

- Enseñar al paciente a evitar estímulos sensitivos que despiertan reflejos espásticos.
- Evitar movimientos rápidos, así como presión sobre la planta del pie.

Fortalecimiento

Ejercicios de resistencia progresiva para mantener y mejorar miembros superiores para facilitar las AVDH.

Entrenamiento funcional

- Iniciar ejercicios de equilibrio para lactantes y sentarse, balanceo pélvico.
- Ejercicios en barras paralelas para lograr el equilibrio.
- Ejercicios preliminares para iniciar la marcha.
- Lograr la deambulación con muletas, actividad con muletas y cambios de posturas (sentado a posición de pie).

MANEJO DE VEJIGA E INTESTINO NEUROGÉNICO

La vejiga urinaria tiene una doble misión; almacenar la orina manteniéndola en su interior durante un cierto tiempo y expulsarla. El cerebro dirige y regula el acto de la micción, a través del centro sacro situado en los niveles S2-S3-S4 de la médula.

La disfunción vesical es la pérdida del funcionamiento de la vejiga debido a la interrupción total o parcial de las vías, de los centros de la micción o de los nervios que llegan hasta ella. La meta de la rehabilitación es lograr que el paciente se encuentre libre de la sonda intrauretral, que vacíe su vejiga e intestino por un medio reflejo condicionado, de manera satisfactoria. Se conocen dos tipos de vejigas neurogénicas:

- **Vejiga neurogénica espástica, refleja o automática:** la lesión medular, por lo regular, afecta fibras sensoriales concientes de llenado vesical, dolor y temperatura. La lesión piramidal priva a la vejiga del control inhibitorio cortical, lo cual provoca aumento del tono vesical, espasticidad muscular, contracciones involuntarias, micciones bruscas involuntarias e incompletas, la espasticidad también afecta al músculo de perineo y esfínter externo, lo cual ocasiona resistencia al libre paso de la orina. A todo esto sobreviene la presencia de orina residual.
- **Vejiga neurogénica flácida, atónica, no refleja o automática:** la lesión es a nivel de cono medular y debajo de raíces sacras 2, 3 y 4. Existe función sensorial y motora, la sensación se encuentra abolida y el deseo suspendido. Pueden existir sensaciones vagas de llenado en regiones suprapúbicas y perineal. La pérdida de sensación de llenado permite distensión y atonía muscular, lo que contribuye a que las contracciones

del detrusor sean débiles e insuficientes. La orina es evacuada de forma intermitente, chorros débiles, lo cual ocasiona la presencia de grandes cantidades de orina residual y, paradójicamente, produce hipertrofia moderada de la musculatura, trabeculación e hipertrofia de cuello vesical.

Tratamiento

Los pacientes de lesión medular presentan al inicio un estado de choque que ocasiona que la vejiga entre en un periodo de inactividad con flaccidez, y si no es vaciada mediante un catéter, sufrirá una gran distensión y sólo se evacuará por rebosamiento:

1. Etapa inicial: aplicación de la sonda Foley del menor diámetro posible, para que ejerza la menor presión posible.
2. Etapa de restablecimiento: cuando se reestablece la lesión, se realiza urografía excretora y cistouretrografía. Si no existe reflejo vesicouretral ni infección, se realiza el entrenamiento.

Toda vejiga debe ser sometida al entrenamiento, el cual provocará:

- Condicionamiento de un reflejo de vaciamiento en vejigas de motoneurona superior.
- Prevención de contracturas de la vejiga, sobre todo vejigas de motoneurona superior.
- Ingestión de líquidos, que combate infección, litiasis o ambas.
- En caso de vejigas de motoneurona inferior no se indica, puede ayudar en el aspecto psicológico y en una adecuada ingesta de líquidos.

Entrenamiento

- Ingesta de un vaso de agua cada hora, a partir de las 7:00 horas, y culminando a la hora de acostarse.
- *Clamp*. Aplicado a la sonda con el fin de abrirlo y cerrarlo cada hora, cuando se abre permitirá que toda la orina contenida en vejiga sea expulsada y será cerrado de nuevo. Permanece cerrado por periodos que no permitan más de 400 mL en la vejiga. Esta rutina inicia a las 7:00 horas y culminando a la hora de acostarse. Por la noche permanece abierta a un tubo de derivación.
- Deben efectuarse pruebas de capacidad vesical y orina residual constantes, para saber si el entrenamiento es benéfico.

Intestino neurogénico

El objetivo de la rehabilitación del intestino neurogénico es lograr una defecación por medio de un reflejo condicionado a intervalos regulares, en forma satisfactoria. Esto se puede obtener porque el reflejo gastrocólico permanece activo por integridad del nervio vago y la función de los plexos de Meissner y Auerbach.

Un buen entrenamiento es enseñar al intestino a trabajar en la forma y cuando uno quiera, existe un dispositivo electrónico SARS (por sus siglas en inglés, estimulador de raíces sacras anteriores). El SARS es un dispositivo electrónico diseñado para el control esfinteriano en pacientes lesionados medulares. Posterior a una lesión medular de origen médico o traumático se genera una pérdida del control voluntario de la micción, de la evacuación intestinal y de las erecciones peneanas, secundario a la interrupción en la conducción de los impulsos nerviosos a través de las diferentes vías medulares.

Las funciones vesicales e intestinales, así como las erecciones, están comandadas por las raíces sacras quienes llevan los impulsos nerviosos sensitivos o motores desde dichos órganos hasta el cerebro y viceversa, el SARS consiste en una serie de electrodos que implantados en dichas raíces sacras (S2, S3 y S4) le permiten a la persona lesionada tener un control voluntario de la micción, asistir a la evacuación intestinal y mejorar la función eréctil en el caso de los hombres y la lubricación vaginal en las mujeres, permite evitar la necesidad de emplear sondas o pañales y de esta manera evitar las complicaciones asociadas a su uso (infecciones urinarias, lesiones uretrales, cálculos urinarios, dermatitis, entre otras). Las funciones vesicales e intestinales, asimismo las erecciones están comandadas por las raíces sacras quienes llevan los impulsos nerviosos sensitivos o motores desde dichos órganos hasta el cerebro y viceversa.

Complicaciones generales:

- Infecciones del tracto urinario: se presentan después de las úlceras, que es la segunda causa de enfermedad del lesionado medular.
- Reflujo vesico-uretral: la orina asciende en sentido contrario al habitual desde la vejiga al uréter llegando incluso hasta el riñón).
- Cálculos renales: los cálculos renales se manifiestan por dolores cólicos, en los casos donde no hay sensibilidad pueden dar otros síntomas como aumento de la espasticidad, malestar general y aumento

de las infecciones.

- Hematuria: la sangre en la orina, puede ocurrir por causas traumáticas debido a un tirón de la sonda vesical. Otras veces ocurre por cateterismos forzados).

Debe alcanzarse la calificación de tres en pacientes con lesión medular.

Tratamiento

1. Dieta rica en fibra.
2. Administración por vía oral de aceite de oliva o mineral.
3. Aplicación de dos supositorios de glicerina diarios.
4. Masaje abdominal.
5. Estimulación digital.
6. Extracción digital cuidadosa, si hay impactación fecal.
7. Enemas de retención, en caso de no ser posible la extracción digital:
   - 250 mL de agua tibia.
   - 150 mL de aceite de oliva o mineral.
   - 90 mL de agua tibia, 60 mL de aceite mineral y 30 mL de glicerina.

La alimentación debe ser rica en celulosa y agregarse en las tres comidas cantidades balanceadas de pentosas, hexosas y galactosas (de 1 a 2 g). Las necesidades de agua quedan satisfechas con la rutina de vejiga. A veces es necesaria la ingesta de aceite de oliva o mineral, según la consistencia de las materias fecales. Todos los días a la misma hora deben aplicarse los dos supositorios, si a los 20 min no hay respuesta intestinal, se realizará el masaje abdominal. Si no hay respuesta, se efectúa articulación digital para provocar distensión, si no resulta, se procede a la extracción manual.

Si después de dos o tres días no se tienen resultados, se indican los enemas señalados. No deben usarse enemas jabonosos o de sulfato de magnesio. Una vez que el paciente aprendió el procedimiento, debe practicarlo a diario, en forma rutinaria y evitar así la presentación de evacuación involuntaria.

Reeducación intestinal

En el lesionado medular los canales que informan sobre el estado del intestino están suprimidos y no puede controlar voluntariamente este acto, así por este reflejo la deposición se producirá de forma automática.

También se recupera el reflejo de evacuación que se produce cuando los restos fecales llegan a la última parte del intestino. Se caracterizan porque no hay respuesta a la distensión del recto, se pierde el tono anal y toda la musculatura puborectal que sirve de barrera para la continencia. No existe el reflejo de la defecación, pero sí existe el reflejo gastrocólico, de ahí la importancia de un horario fijo después de una comida.

También con dieta adecuada, se beberán aproximadamente dos litros de líquido al día, seguir el programa de reeducación de la forma más estricta posible y hacer un ejercicio moderado.

Los SARS están destinados a la restauración de la función de la vejiga después de una lesión completa de la médula espinal. Las funciones secundarias incluyen la ayuda de la evacuación intestinal y la erección del pene. Los pacientes con lesiones de médula espinal pueden beneficiarse de este sistema.

MANEJO DE LA SEXUALIDAD EN PACIENTES CON LESIÓN MEDULAR

El papel del hombre en el ciclo sexual comprende la erección, mínima lubricación y el orgasmo. El papel de la mujer también comprende ligera erección, mayor lubricación y el orgasmo.

Inervación

Simpática: a través del plexo hipogástrico, proporciona inervación a vesículas seminales y conductos deferentes.

Parasimpática: por medio del nervio pélvico, proporciona inervación en próstata, cuerpo cavernoso y uretra prostática.

Somática: mediante los nervios pudendos, proporciona inervación al cuerpo esponjoso y a la uretra peneana.

En el hombre hay fibras:

Parasimpáticas: se originan en el segundo, tercero y cuarto segmentos sacros, y son los plexos perivesiculares prostático y cavernoso, dando fibras vasodilatadoras a cuerpos cavernosos. Los músculos isquiocavernosos y bulbocavernosos (erección y eyaculación) están inervados por la rama perineal del nervio pudendo (S2-S4).

Simpáticas: parten de la médula lumbar y llegan al plexo hipogástrico, además forman plexos perivesiculares.

Fisiopatología de la función sexual

Normal

Estado habitual de las estructuras anatómicas, caracterizado por actividad coordinada de componentes cerebral, medular y periférico del sistema nervioso.

Patológica

Fase de choque: el control voluntario queda eliminado. La erección y la eyaculación están abolidas.

Lesiones completas: el pene aparece aumentado, más o menos semirrecto, como resultado de la ingurgitación pasiva de cuerpos cavernosos por la vasodilatación paralítica.

Lesiones incompletas: puede darse priapismo, también hay erección permanente por función refleja.

Fase de automatismo reflejo: pasado el choque, la erección se presenta como respuesta masiva, la cual se produce por estímulos táctiles (en glande, perineo, parte media del muslo o en la planta de los pies), que producen impulsos aferentes a través de nervios pudendos de los segmentos S2 al S4.

Lesiones completas: la erección refleja es poco frecuente; se produce sin sensación orgánica. En lesiones por arriba de T5, la eyaculación se acompaña con aumento de tensión arterial, bradicardia, diaforesis o cefalea. No hay conciencia de ninguna sensación somestésica de orgasmo. La gratificación para el paciente es la satisfacción hacia su pareja y la relajación de los músculos espásticos, después de la eyaculación.

Lesiones incompletas: pueden existir disociaciones entre la fuerza y la duración de la erección, así como el poder de la eyaculación. El reflejo de cierre esfinteriano de vejiga puede estar alterado. Las sensaciones orgánicas pueden darse o no, depende si hay lesión bilateral de vías espinotalámicas, en caso unilateral, la sensación se presenta ya reducida.

Lesión de cola de caballo: la erección voluntaria y refleja está abolida si el centro sacro S2-S5 está destruido, la emisión seminal puede presentarse sin erección, si el componente lumbar no está dañado. Se obtiene sensación placentera.

La sexualidad para pacientes neurogénicos se clasificó de la siguiente manera:

1. Sexualidad de motoneurona superior completa: presentan erección refleja 90 a 100%.
2. Sexualidad de motoneurona superior incompleta: presentan erección refleja de 75 a 85%.
3. Sexualidad de motoneurona inferior completa: ausencia de erección 0 a 10%; erección psicógena 25%.
4. Sexualidad de motoneurona inferior incompleta: erección psicógena 75%.

Problemas sexuales

En el **hombre parapléjico:** no puede asumir el papel dominante.
En la **mujer parapléjica:** se convierte en compañera pasiva, sin sensación genital.

Las erecciones se pueden inducir de modo psíquico, en lesiones por debajo de T9. En lesiones de motoneurona superior a cualquier nivel se producen erecciones reflejas por estimulación local.

La libido en sentido de deseo psíquico persiste. Menos de 20% de los pacientes alcanzan **sensación voluptuosa de orgasmo**, pero existen diferentes satisfacciones de la pareja y de necesidad del paciente. Los pacientes experimentan severa espasticidad en flexión y extensión, antes y durante la eyaculación, seguida de completa relajación.

Lesión completa de motoneurona inferior: refiere sensación agradable al bajo vientre, ingle, pero no al pene o a la uretra.
Lesiones incompletas: pueden tener dolor en testículos o perineo en los primeros esfuerzos o después de un largo periodo de abstinencia.

Complicaciones en el paciente con lesión medular

1. Escaras de presión.
2. Urológicas.
   a) Renales: pielonefritis, hidronefrosis, litiasis y amiloidosis.
   b) Ureterales: litiasis e hidrouretero.
   c) Vesicales: cistitis, litiasis, contractura, reflujo vesiculoureteral.
   d) Uretrales: ureteritis, fístulas y divertículos.

3. Intestinales: íleo dinámico, estreñimiento, hemorroides y diarrea.
4. Musculosqueléticas: espasticidad, osteoporosis, osificaciones extraesqueléticas, contracturas, fracturas y atrofia por desuso.
5. Psicológicas: depresión, dependencia, actitud autística y frustración.

BIBLIOGRAFÍA

Bender JE, Hernández E, Prida M, Araujo F, Zamora F: Caracterización clínica de pacientes con lesión medular traumática. Rev Mex Neuroci, 2002.

Devivo M, Biering-Sorensen F, Charlifue S, Noonan V, Post M, Stripling T, Wing P: International Spinal Cord Injury Data Set. Spinal Cord, 2006;44(9):535-540.

Esclarin de Ruz A, De Pinto Bonito A: *La lesión medular. Vejiga e intestino.* Madrid, Coloplast Productos Médicos S.A., 2001.

Garzón M: Trauma Raquimedular. Factores predictivo de recuperación neurológica a largo plazo. Repertorio de Medicina y Cirugía, 2005.

McKinley WO, Seel RT, Gadi RK, Tewksbury MA: Nontraumatic vs. traumatic spinal cord injury: a rehabilitation outcome comparison. Am J Phys Med Rehabil, 2001.

Sánchez I, Ferrero A, Aguilar JJ, Climent JM *et al.*: *Manual SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física*. Madrid: Panamericana, 2006:515–519.

Strauss DJ, DeVivo MJ, Paculdo DR, Shavelle RM: Trends in life expectancy after spinal cord injury. Arch Phys Med Rehabil, 2006.

Universidad de la Coruña: IMEDIR Proyecto participa: entorno virtual para facilitar el accedo al ordenador y a la participación social de las personas con lesión medular alta.

CAPÍTULO 11

Patología musculoesquelética

INTRODUCCIÓN

La actividad física, en sus diferentes niveles de intensidad, implica el trabajo de las diferentes estructuras del aparato locomotor, huesos, articulaciones, ligamentos, músculos y tendones, con ello la posibilidad de su lesión. Existen multitud de factores predisponentes causantes directos de los diferentes tipos de lesiones, las cuales hay que conocer para realizar una adecuada prevención de las mismas; sin embargo, una vez producidas, el paciente va a requerir un apropiado diagnóstico que permita un tratamiento preciso y una reincorporación a las actividades de la vida diaria en las mejores condiciones posibles.

FRACTURA

Es la pérdida de solución de continuidad de un hueso. Puede ser una rotura completa, así como una fisura o rotura incompleta.

Síntomas

El **dolor** suele ser el síntoma principal, se localiza sobre el punto de fractura. Aumenta de forma notable al menor intento de movilizar el miembro afectado y al ejercer presión.

La **impotencia funcional** es la incapacidad de llevar a cabo las actividades en las que normalmente interviene el hueso, a consecuencia tanto de la propia fractura como del dolor.

La **deformación** del miembro afectado depende del tipo de fractura. Algunas fracturas producen deformidades características.

El **hematoma** se produce por la lesión de los vasos que irrigan el hueso y de los tejidos adyacentes.

En muchas ocasiones, sobre todo en fracturas importantes y en personas

jóvenes, se padece de **fiebre** después de una fractura sin que exista infección alguna, pero ésta es debida, si no hay infección, a la reabsorción normal del hematoma. Otros síntomas recurrentes son el entumecimiento y cosquilleo en la zona de la lesión. Por último, la **ruptura** de la piel con el hueso que protruye, llamada fractura expuesta.

Clasificación

Por su etiología se clasifican como:

Traumáticas: son las causas más numerosas. Se asientan en un hueso exento de lesión y se producen por:

- **Violencia directa:** el hueso se fractura en o cerca del lugar donde fue golpeado.
- **Violencia indirecta:** el esfuerzo se aplica en puntos distales de la fractura.
- **Por fatiga:** no se produce por un solo traumatismo violento, sino por sobrecarga o esfuerzos repetidos. Se da cuando un músculo potente sobrepasa la tolerancia de elasticidad del hueso. La mayor parte de las veces se localiza en metatarsianos, peroneo y tibia; son menos frecuentes en fémur, clavícula, rótula y primera costilla.

Patológicas: se presentan en el hueso anormal o enfermo. Con frecuencia son provocadas por violencia trivial o sin conocimiento de lesión. Algunas posibles causas son tumores benignos o malignos, enfermedades hematológicas, enfermedad mental de Paget, defectos congénitos del desarrollo óseo, osteoporosis (nutrimental, hormonal, posradioterapia), infección.

Fisiarias: este tipo de fracturas se dan a nivel de la placa de crecimiento, el trazo es en la fisis o a través de ella. Se divide de la siguiente manera:

Tipo I: deslizamiento puro de la epífisis.
Tipo II: deslizamiento epifisario con segmento diafisiario.
Tipo III: trazo en la epífisis.
Tipo IV: atraviesa diáfisis, fisis y epífisis.
Tipo V: se pierde fisis por compresión.

Como hay lesión en el centro de crecimiento se da un crecimiento anormal del hueso y hay deformidades.

Tipos de fracturas

Fracturas cerradas (fractura compuesta): son aquellas en las que la fractura no comunica con el exterior, no está expuesto el hueso.

Fracturas abiertas (fractura simple): en éstas se puede observar el hueso fracturado a simple vista, existe una herida que deja los fragmentos óseos al descubierto. Unas veces, el propio traumatismo lesiona la piel y los tejidos subyacentes antes de llegar al hueso; otras, el hueso fracturado actúa desde dentro, desgarrando los tejidos y la piel de modo que la fractura queda en contacto con el exterior. Existe otra clasificación de fracturas según su localización:

Epifisarias (localizadas en las epífisis): en éstas si se afecta la superficie articular, se denominan fracturas articulares y, si no se ve afectada por el trazo de fractura, se denominan extraarticulares. Cuando la fractura epifisaria se produce en un niño e involucra al cartílago de crecimiento, recibe el nombre de **epifisiólisis**.

Diafisarias (localizadas en la diáfisis): éstas pueden afectar a los tercios superior, medio o inferior.

Metafisarias (localizadas en la metáfisis): éstas pueden afectar a las metáfisis superior o inferior del hueso. Según el trazo pueden ser:

- **Transversales:** la línea de fractura es perpendicular al eje longitudinal del hueso.
- **Oblicuas:** la línea de fractura forma un ángulo mayor o menor de 90 grados con el eje longitudinal del hueso.
- **Longitudinales:** la línea de fractura sigue el eje longitudinal del hueso.
- **Ala de mariposa:** existen dos líneas de fractura oblicuas, que forman ángulo entre sí y delimitan un fragmento de forma triangular.
- **Conminutas:** hay múltiples líneas de fractura, con formación de numerosos fragmentos óseos.

En los niños, debido a la elasticidad de sus huesos, se producen dos tipos de fractura:

Incurvación diafisaria: no se evidencia ninguna fractura lineal, ya que lo que se ha producido es un aplastamiento de las pequeñas trabéculas óseas que conforman el hueso, dando como resultado una incurvación de la diálisis del mismo.

Tallo verde: el hueso está incurvado y en su parte convexa se observa una línea de fractura que no llega a afectar todo el espesor del hueso. Según el mecanismo de producción:

Traumatismo directo: la fractura se produce en el punto sobre el cual ha actuado el agente traumático. Por ejemplo: fractura de cúbito por un golpe fuerte en el brazo.

Traumatismo indirecto: la fractura se produce a distancia del lugar donde ha actuado el agente traumático. Por ejemplo: fractura del codo por una caída sobre las palmas de las manos.

Patrones de fracturas

- En tallo verde: exclusiva de niños, debida a violencia indirecta, en la cual el hueso cede de un lado y puede fisurarse en el otro.
- Transversa: por lo general provocada por violencia directa.
- Angulada: suele ser provocada por violencia directa. Un fragmento triangular o varios fragmentos son desplazados del lado cóncavo.
- Oblicua o espiral: violencia indirecta, el hueso sufre torsión en su eje longitudinal.
- Doble: a menudo combinación de violencia directa e indirecta.
- Conminuta: rotura en múltiples fragmentos por fuerza directa o indirecta.
- Impactada: violencia indirecta, los fragmentos son desplazados uno hacia el otro y permanecen trabados.
- Por aplastamiento: debido a violencia directa o indirecta, siempre implica hueso intraarticular que puede ser parcial o total.
- Por avulsión: algún esfuerzo aplicado a los ligamentos tracciona un fragmento de hueso o algún músculo contracturado, por lo general un extensor que se opone a una flexión, desprende el fragmento del hueso en el cual se inserta.
- Que afecta a alguna articulación: la línea de fractura cruza al cartílago propio de una articulación.
- Fractura-luxación: la fractura afecta a una articulación que se ha luxado o está colocado de tal manera que vuelve inestable a la articulación.

Desplazamiento

El desplazamiento de una fractura está determinado por la naturaleza y dirección de la violencia ejercida sobre el segmento óseo.

- Angulación: es hacia adelante, cuando la concavidad va hacia adelante.
- Rotación: el fragmento distal rota, por lo general alrededor de su eje longitudinal.
- Lateral (medial, anterior, posterior): el fragmento distal, por lo regular fractura transversa, se desplaza de manera lateral, pero todavía hay cierto contacto entre los dos extremos óseos.
- Traslapo o acortamiento: desplazamiento lateral completo, el cual permite que los fragmentos se traslapen o en fractura oblicua, el fragmento distal se desliza de manera proximal.
- En posición de bayoneta: la espícula del hueso en un lado de una fractura anfractuosa, está colocada en la cavidad medular del otro, hay desplazamiento lateral, pero la fractura es estable.

Estabilidad

La estabilidad de una fractura se refiere a la cualidad que tiene ésta de hacerla resistente a los cambios de posición, aún cuando se aplique alguna fuerza en ella.

Algunas fracturas son estables después de la reducción y sólo requieren inmovilización para prevenir la angulación o la rotación, otras son inestables y requieren precauciones especiales para evitar el desplazamiento. La estabilidad depende de la línea de fractura, parte a las fuerzas aplicadas por un jalón muscular y por la integridad de ligamentos.

Etapas de consolidación

La consolidación es el proceso por el cual un hueso se repara y tiende a adoptar su forma original. Sus etapas son:

Primera etapa. Inflamación → lesión a varios niveles → rotura de vasos → hematoma → emigración de leucocitos, monocitos, macrófagos y neutrófilos → en los bordes de la fractura se forma una reacción ósea. Las células sanguíneas realizan el exudado inflamatorio. La fractura es móvil, dolorosa y suelen durar de 5 a 10 días.

Segunda etapa. Organización → los monocitos se convierten en osteocitos, en el hematoma se forman puentes de colágeno y forman el callo blando inmaduro, hay tejido cartilaginoso. La fractura ya no se mueve y son dos semanas de recuperación.

Tercera etapa. Remodelación → reabsorción del callo, hay osificación,

los osteoclastos absorben el tejido sobrante. Hay depósitos de calcio. Se forma el callo maduro en cuatro semanas.

Influyen en la consolidación la edad, inmovilidad, micro movimiento, tipo de hueso, irrigación, fármacos, conservación del hematoma. Basado en la Ley de Wolf: “La remodelación depende de la carga a la que se somete el hueso”.

Interfieren en la consolidación la inmovilización incorrecta, pérdida del hematoma, interpuesto, lesión de partes blandas extensas, infección, falta de irrigación. En el cuadro 11–1 se ejemplifican los tiempos comunes de consolidación en ausencia de complicación o factores agregados.

Cuadro 11–1. Consolidación de fracturas
Fracturas del radio distal
De Colles Sin desplazamiento (4 semanas) Desplazada (6 semanas o 4 a 7)
De Smith (6 semanas)
Fracturas del carpo
Escafoides (3 meses o más)
Tubérculo del escaf (8 a 10 semanas)
Ganchoso (4 a 6 semanas)
Hueso grande (requiere unión)
Piramidal (6 semanas)
Fracturas del metacarpo
Cuello (3 a 4 semanas)
Diáfisis (3 a 5 semanas o 4 a 7 semanas)
Base (3 a 5 semanas o 4 a 6 semanas)
Fracturas de la falange distal
Articular (3 a 5 semanas o 2 semanas)
Fracturas de la falange media
Base (3 a 5 semanas)
Diáfisis (10 a 14 semanas)
Cabeza y cuello (3 a 5 semanas)
Fracturas de la falange proximal
Base (3 a 5 semanas)
Diáfisis (5 a 7 semanas)
Cabeza y cuello (3 a 5 semanas)

Fracturas del pulgar
De Bennett (6 semanas o 4 a 6)
De Rolando (3 a 4 semanas o 4 a 6)

Complicaciones

Locales

Inmediatas:

- Cutáneas: laceraciones en la piel, heridas, separación de los tejidos de la piel que permiten la entrada de gérmenes y de objetos extraños que producen infecciones.
- Vasculares: lesiones arteriales o venosas por compresión o rotura.
- Neurológicas: lesión de funciones sensitivo-motoras.
  - Neuropraxia.
  - Axonotmesis.
  - Neurotmesis.
- Musculares: lesión de fibras musculares.
- Articulares: luxaciones, esguince.
- Viscerales: laceración de órganos (hígado, bazo, epiplón, pulmón).

Mediatas:

- Infecciones: casi siempre que hay lesión cutánea.
- Necrosis:
  - Cuando se desplazan los segmentos.
  - Inmovilización inadecuada sin proteger salientes óseas.
- Síndrome compartimental: por la fractura se da edema y en lugares cerrados no permite la expansión, lo que lleva al proceso de compresión segmentaria.

Tardías:

- Rigidez, atrofia, contracturas: por la inmovilidad.
- Acortamiento: angulaciones o rotaciones que se producen como secuelas secundarias a la reducción.
- Osteomielitis: infección ósea recurrente, puede permanecer latente o tener exacerbaciones cíclicas.
- Seudoartrosis: ausencia de consolidación, falso callo óseo, sólo hay cartílago.

- Retardo en la consolidación: se retarda, después de 4 a 5 meses es seudoartrosis.

Sistémicas

Inmediatas: choque hipovolémico.
Mediatas: embolia grasa liberación de grasa hacia el torrente sanguíneo; se dirige al corazón, cerebro, riñón; produciendo necrosis por embolia. El paciente presenta hipertermia, alteración del estado de conciencia, estupor, petequias en tórax y conjuntiva; entre otros datos clínicos.

- Tromboembolia pulmonar: por inmovilización, en fractura de cadera.
- Diabetes: provoca descompensación y retardo de consolidación.

Fractura expuesta o complicada. Es cuando existe una herida en la superficie cutánea, que comunica con el foco de fractura.
Fractura cerrada. No existe comunicación con el foco de fractura. Estas fracturas pueden clasificarse en tres grados:

- Primer grado: puntiforme, poca lesión de tejido blando.
- Segundo grado: más de 2 cm, puede o no haber exposición de hueso, sólo en el momento de la fractura.
- Tercer grado: alto grado de lesión y exposición ósea.

Diagnóstico:
- Historia clínica.
- Exploración médica y reconocimiento físico.
- Radiografías.
- Imágenes por resonancia magnética nuclear (IRM): procedimiento de diagnóstico que utiliza una combinación de imanes grandes, radiofrecuencias y una computadora para producir imágenes detalladas de los órganos y estructuras dentro del cuerpo. Este examen se realiza para descartar cualquier anomalía relacionada con la médula espinal y los nervios. Antes de la prescripción de ningún estudio de imagen que emita radiación debe asegurarse de no aplicarse a pacientes en embarazo, y en estudios de RMN se debe tener material de osteosíntesis, marcapasos y otros tipos de implantes que puedan contraindicar el estudio.
- Tumefacción: cuando un hueso se rompe aparece una tumefacción en el espacio de 24 h, esto sucede por hemorragia interior de los tejidos,

disminución de la circulación venosa, aumento de exudación linfática.

- Hematoma: en los extremos óseos fracturados se forma coágulo o hematoma, éste se organiza en el interior como una masa blanda, crecen nuevos vasos sanguíneos.

En la fase de consolidación aparece:

- Granulación: el espacio de la cavidad medular se llena con tejido de granulación y se forma una masa semejante a una goma.
- Formación de callo se comienza a depositar calcio en el tejido de granulación a lo cual se le llama callo, se dice que la fractura está clínicamente consolidada; es decir que los extremos óseos se mueven como un solo elemento, pero no son lo suficientemente firmes para sostener la tensión.
- Consolidación o unión ósea la consolidación está completa y se produce un proceso semejante a la osificación normal. Los osteoblastos favorecen el depósito de sales cálcicas en las partes blandas y se produce el endurecimiento progresivo. Los osteoclastos tienden a penetrar a través del hueso neoformado, produciendo cavidades y disminuyendo la densidad de la estructura. Se reproducen la cavidad medular y reaparecen las células de la médula.

Complicaciones

Una hemorragia importante que ponga en peligro la vida del paciente, en cuyo caso el tratamiento de la fractura pasará a un segundo término. Puede aparecer una infección, en el caso de fractura abierta, entre otras. Pueden existir complicaciones derivadas del reposo prolongado (neumonía, trombosis, entre otras.) o de la propia intervención quirúrgica.

Tratamiento

- Lineamientos generales: no hacer daño, inmovilizar, aliviar dolor, tratamiento de complicaciones.
- Conservador:
  1. Protección: a veces no se requiere inmovilización, pero sí vendajes o férulas que den protección.
  2. Inmovilización: en fracturas incompletas, en niños.
  3. Manipulación más férula: en mano o pie.
  4. Aparatos de yeso sin manipulación: en fracturas de hueso largo o en

fracturas no desplazadas, pero inestables.

5. Manipulación y aparatos de yeso: antebrazo 1/3 distal.
6. Tracción más yeso: en niños o clavos.
7. Enclavijamiento percutáneo más yeso: fractura inestable.
8. Tracción sostenida con yeso: fractura de Calles.

Tratamiento de las fracturas

Durante la inmovilización: se debe lograr que las articulaciones no incluidas en la inmovilización sigan funcionando para evitar una rigidez posterior. Ello se consigue con movilizaciones activas, nunca pasivas ni con masajes.

Después de la inmovilización: una vez retirada la inmovilización, se debe procurar la recuperación funcional de los músculos, que generalmente, debido al tiempo de inactividad, estarán hipotróficos. Se indicarán ejercicios propios en cada caso.

TRACCIÓN

El empleo de la tracción para la corrección de las deformidades y alineación en los huesos fracturados donde los extremos por el efecto del desplazamiento, acortamiento o contracturas musculas producían un acabalgamiento de los extremos se encuentra describe desde la época de Galeno. La tracción puede ser al inicio de forma manual, en un intento de reducir en un inicio de la lesión la deformidad producida por la fractura. Tenemos que recordar que para la aplicación de cualquier procedimiento de tracción se debe tener en cuenta que hay que aplicar una fuerza que ejerza distractora de los segmentos.

Tracción cutánea se realiza mediante unas tiras que se fijan a la piel, en el extremo distal de la lesión, por medio de cordones y de la aplicación de pesos, se produce la tracción del segmento. Se encuentran varias técnicas que llevan el nombre del autor que las describió como la de Dunlop, Rusell, Bryant, Buck , etc.

Tracción esquelética, procedimiento invasivo tras la aplicación de un clavo del que se ejerce la tracción ,como la transtivial, transcalcanea, transmaleolar, tracción olecraneana y las de raquis, craneal, cervical. Se deben considerar medidas de cuidado general en ambas, por ejemplo; la piel , aspecto , coloración, llenado capilar , temperatura o cambios de sensibilidad, signos de sangrado, infección o lesión vascular tener en

cuenta siempre la limpieza de las zonas contiguas, así como mantener siempre la alineación del segmento y los pesos correctos para la efectividad de la tracción, y que no se presenten aflojamientos de los componentes que realizan tanto la fijación como la tracción.

Rehabilitación realizar cambios posturales con frecuencia, de las zonas contiguas de apoyo y de la otra extremidad con el fin de evitar presencia de escaras, realizar masoterapia superfi cial (si está indicada) estimulación propioceptiva que estimule el retorno venoso y la circulación. Ejercicios activos asistidos e isométricos, pasivos y asistidos, estimulación eléctrica a grupos musculares para tonificación y retrasar la presencia de atrofia muscular.

ESGUINCE

Es un sobre estiramiento violento de uno o más ligamentos, los cuales rodean una articulación. Los ligamentos se lesionan por una fuerza brusca aplicada a una articulación, la cual provoca que la articulación sobrepase su grado de amplitud normal.

Durante esta fracción de segundo, en la que el arco de movilidad articular se ve superado más allá de los límites de su rango, los ligamentos y estructuras de fijación de la articulación sufren un sobreesfuerzo que se traduce en distensión o rotura e incluso arrancamiento. El sistema vascular y el tejido conectivo también se verán afectados, en mayor o menor medida, dando como resultado posibles derrames internos y edemas, respectivamente.

Etiología

Los mecanismos de lesión se engloban en dos tipos: Por uso excesivo (tensión constante sobre el ligamento), Por traumatismo directo o indirecto. La población en riesgo de sufrir este tipo de lesión se compone de corredores, marchistas, practicantes de deportes de salto, carrera o contacto, además personas con debilidad muscular, con poca condición física y deportistas con lesiones previas. Los tejidos que se lesionan en este padecimiento son:

- Cualquier ligamento del lugar afectado.
- Tejido que rodea el ligamento (vasos sanguíneos, tendones, huesos, periostio y tejido muscular).

El esguince, como es una estructura blanda, se cicatriza con tejido fibroso, por ello se incrementa la longitud del ligamento, pero disminuye su fuerza, es entonces propenso a volverse a lesionar. El tiempo que tarda en cicatrizar es de 3 a 4 semanas.

Clasificación

Si se realiza una acción en ángulos máximos sin una carga significativa, se produce el fenómeno conocido popularmente como **torcedura**, lesión de menor entidad que el esguince. Sin embargo, si se le añade el componente de la carga, la gravedad se incrementa debido a que las estructuras de sujeción no soportan la fuerza a contener.

Los traumatismos son otra causa común de esguince. Por norma general, los impactos y accidentes en articulaciones provocan este tipo de lesiones:

- Grado I o leve: desgarre de algunas fibras del ligamento. No hay pérdida de la función.
- Grado II o moderado: rotura de una porción del ligamento. Existe cierta pérdida de la función.
- Grado III o grave: rotura completa del ligamento o separación del ligamento del hueso. Existe pérdida total de la función.

Esguince crónico

Se consigue la cicatrización del ligamento lesionado, pero con adherencia al hueso, el paciente presenta tumefacción de la articulación (el tobillo es su mejor ejemplo) y dolor, después de la deambulación prolongada o de actividades intensas. Los movimientos son dolorosos y limitados. El tratamiento consiste en dar masaje profundo sobre la porción adherente del ligamento, seguido por la inmovilización pasiva y los ejercicios activos vigorosos.

Esguince recidivante

En ocasiones, después de un esguince grave, el paciente se queja de que el tobillo sufre constante eversión y es incapaz de caminar sobre un suelo desigual, correr o realizar juegos sin sentirse inseguro. Esto indica que ha pasado inadvertido algún desgarro incompleto del ligamento. Si no se

juzga indicada la intervención quirúrgica, puede emplearse una alza en el lado externo del tacón, para conseguir mayor estabilidad y procurar la hipertrofia de los músculos peróneos por medio de ejercicios potentes, en los cuales se usen muelles o peso y técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva. Los signo y síntomas son:

- Dolor intenso al momento de la lesión.
- Sensación de desgarro interno.
- Tumefacción en el sitio de la lesión.
- Edema de pie.
- Sensación de quemaduras inmediata después de la lesión.

Prevención de los esguinces:

- Programa de fortalecimiento específico, para el deporte que se va a practicar.
- Ejercicio previo suficiente al ejercicio.
- Vendaje en las áreas vulnerables antes de la competencia.
- Uso de equipo apropiado de protección (zapatos con buen soporte).

Primera asistencia:

- Reposo, hielo las 24 h, vendaje elástico o compresivo, elevar la extremidad afectada.
- Descarga de apoyo con empleo de muletas.

Tratamiento

Esguince grado 1. No es necesaria inmovilización alguna, a partir del segundo día, se puede comenzar con ejercicios de movilización (flexo-extensiones, movilidad articular, fortalecimiento, etcétera). Una vez recuperados, y antes de reanudar la actividad física, conviene fijar la articulación con un vendaje preventivo.

Esguince grado 2. El patrón de actuación será idéntico al grado 1, con el empleo de una férula o vendaje funcional.

Esguince grado 3. Antes de cualquier actuación, debe ser evaluada la lesión por un especialista. Posteriormente, una vez que la inflamación ha bajado (de dos a tres semanas), se comenzarán la rehabilitación.

Los ejercicios consistirán en buscar la amplitud de los movimientos y el fortalecimiento de ligamentos.

Crioterapia. Primer grado: la aplicación de hielo evita el dolor, si son

artículos de carga y mayor rango de movimiento, se hace un vendaje forzado, reposo y antiinflamatorios.

Segundo y tercer grado: si es de segundo es inmovilización de tres semanas, reposo, analgesia y antiinflamatorios. Si es de tercer grado su inestabilidad da un tratamiento quirúrgico. (El vendaje de inmovilización debe ser en sentido contrario a como fue el mecanismo de lesión). La rehabilitación consta de:

- Modalidades terapéuticas en la fase I.
- Ultrasonido 1 w/cm^2 durante 5 min por 15 sesiones.
- Corrientes diadinámicas difásicas durante 1 min, cortos periodos durante 4 min con cambio de polaridad por diez sesiones.
- TENS 20 min durante 10 a 15 sesiones.
- Corrientes interferenciales durante 15 a 20 sesiones de 20 min cada una.
- Láser 5 min durante 5 a 10 sesiones.
- Cinesinterapia con ejercicios de propiocepción estabilidad y fuerza.

LUXACIONES

Una luxación es la pérdida de la congruencia articular provocado por una fuerza externa, puede ser completa o incompleta. Para considerarse luxación debe haber lesión de cápsula articular y ligamentos.

Las luxaciones suelen producirse en las articulaciones principales (hombros, caderas, rodillas, codos y tobillos), aunque también pueden darse en las pequeñas articulaciones de los dedos, los pulgares y los dedos de los pies. Los síntomas son:

Una articulación luxada puede estar deformada, presentar inflamación, presentar dolor, estar inmóvil, provocar un hormigueo, entre otros.

Causas: pueden ser lesiones deportivas, un trauma no relacionado con el deporte o las caídas.

Factores de riesgo: susceptibilidad a las caídas, causas hereditarias, participar en deportes, entre otros.

Complicaciones: pueden incluir desgarro de músculos, ligamentos y tendones, daño nervioso, desarrollo de artritis, entre otras.

Diagnóstico: generalmente es clínico y se completa con rayos X para descartar abusiones o fracturas asociadas o una resonancia magnética para valoración de ligamentos y tendones.

Etiología:

- Traumática y pueden ser: agudas, inveteradas y recidivantes.
- Congénita.

Mecanismo: traumatismo directo o indirecto, el cual provoca sufrimiento del aporte sanguíneo que puede estar relacionado con fracturas intraarticulares a desprendimientos.

Signos y síntomas:

- Dolor intenso, aspecto anormal o deformidad de la región, actitud antálgica, falta de movimientos activo y pasivo.
- Es común en combinación con fracturas y pueden encontrarse lesiones nerviosas por lo común diagnosticadas con radiografías del área.

Tratamiento:

- Verificar si hay compromiso vascular.
- Reducción con precaución, si es aguda se reduce e inmoviliza, si no se puede reducir se hace por bloqueo mecánico.
- La inmovilización debe ser en aquella posición en la cual los ligamentos se encuentren en máxima relajación.
- Luxaciones inveteradas: tratamiento, quirúrgico, “reducción abierta”.
- Luxaciones recidivantes: es por mal tratamiento inicial.

La rehabilitación es la igual de las fracturas.

CONTUSIONES

Se definen como una herida por golpe. Las heridas se definen como la pérdida de la continuidad de los tejidos blandos.

Las contusiones suelen ser el resultado de traumatismos. Ocasionan lesiones vasculares con extravasación de sangre a los tejidos. La hemorragia se controla de forma rápida, por mecanismos hemostáticos. Los eritrocitos presentes en el tejido lesionado se degradan con lentitud.

Los diversos pigmentos derivados de la descomposición de la hemoglobina son los causantes de los cambios en el color rojo, que pasa por morado, negro, verde y pardo. La presencia de macrófagos con hemosiderina en el examen microscópico de la región, denota que se produjo hemorragia en ese lugar. En las lesiones más intensas puede

colectarse una cantidad suficiente de sangre en los tejidos, que origine un abultamiento distinto (hematoma).

Las contusiones se provocan de manera regular en la piel, pero también es posible que se presenten en órganos internos, donde es posible que causen una disfunción significativa. La contusión miocárdica puede generar arritmias cardiacas e insuficiencia cardiaca aguda. En el encéfalo, las contusiones son comunes en la parte inferior del lóbulo frontal, debido al movimiento del encéfalo contra las protuberancias de la base del cráneo en la fosa anterior. Las lesiones cerebrales son focos para la posibilidad de desarrollo de convulsiones epilépticas.

Las contusiones son peligrosas en pacientes con trastornos hemorrágicos, como la hemofilia. En estos pacientes, la hemorragia no se controla por mecanismos hemostáticos, y con frecuencia las lesiones vasculares de orden menor producen hemorragias masivas (hematoma) en los tejidos blandos, músculos y articulaciones, con resultados devastadores. El tratamiento consta de:

Las primeras 24 a 48 h, aplicar hielo para evitar edema de los tejidos y hemorragias, además hay que aplicar un vendaje compresivo.

Cuando desaparece la hemorragia, el tratamiento consiste en aplicar a diario luz infrarroja, diatermia, masaje, quizá ultrasonido hasta que la función articular o muscular sea normal.

- Polo negativo (colocar el electrodo pequeño húmedo sobre la región que va a tratarse).
- Polo positivo (electrodo grande sobre la región opuesta al electrodo negativo).
- Corriente (2 a 10 Amp).
- Tiempo (10 min).
- Baños de contraste: agua entre 40 a 43 ºC, y fría entre 15 a 18 ºC (en pacientes diabéticos el agua caliente será de 40 ºC). Se realizarán durante 10 min con agua caliente y después 20 a 30 min con agua fría.

PERIOSTITIS

Se trata de una auténtica enfermedad del deportista. Suele darse casi siempre por sobrecarga o por contusiones (golpes en la espinilla del jugador de futbol, p. ej., se localiza en la cara anteroexterna de la tibia y también a nivel de la cresta ilíaca).

La terapia no es sencilla, se indica con preferencia el reposo y éste es

difícil de aceptar por el atleta, se emplean la crioterapia, los ultrasonidos, el láser puntual en dosis altas y una vigilancia del morfotipo, lo cual puede indicar la necesidad de utilizar ayudas ortopédicas.

LESIÓN POR TRAUMATISMOS

Lesiones óseas

Se puede encontrar una fisura elemental o una fractura importante, similar a la que se da en cualquier otro tipo de actividad. Las simples luxaciones requerirán terapias importantes de inmovilización, las cuales originarán con posterioridad secuelas a nivel muscular, y requerirán la reeducación funcional.

En las fracturas se puede decir lo mismo: se dan sobre todo en deportes de contacto, como el boxeo, el baloncesto, balón-mano, esquí, fútbol, rugby, la rehabilitación comienza cuando se indica la terapia de la fractura.

Lesiones ligamentarías

Estas lesiones son frecuentes en la actividad deportiva, desde la rotura que requiere cirugía a las distensiones (esguinces = entorsis) en articulaciones importantes del organismo, como la rodilla y el tobillo. La rehabilitación no sólo empieza al retirar la inmovilización del deportista, sino que prosigue hasta que éste se inicia en la competencia. Es básico un contacto intenso entre el médico y el técnico del deporte en este tipo de lesiones.

Lesión por sobrecarga

Tendinopatías

Se citan en primer lugar, la enfermedad de las inserciones, la entesitis, problema frecuente en la práctica deportiva y concretamente en quienes trabajan en terreno duro y usan sobre todo las extremidades inferiores, como puede ser el caso del baloncesto, vóleibol, salto en atletismo y carrera. Las localizaciones son múltiples; por ejemplo, la epicondilitis del jugador de tenis, la epitrocleítis del lanzador de jabalina y del jugador de golf; a nivel rotuliano, en el jugador de futbol y el de baloncesto, suele producir un dolor espontáneo que se irradia hacia las masas musculares vecinas, en fases avanzadas, se pueden encontrar con afectaciones periósticas, calcificaciones y microcalcificaciones dentro del tendón. Los

métodos fisioterapéuticos son importantes; no obstante, de nada sirven si no hay reposo.

La rehabilitación en sus diferentes modalidades tiene una gran importancia, pues sirve para determinar procesos de adaptación específica, para prevenir síndromes de inactividad, para ayudar a la curación por mejora del tono e irrigación vascular, al explotar los efectos contralaterales y ayudar de manera psicológica.

Problemas musculares

A nivel del músculo, eje principal en el cual se basa toda la actividad del deportista, se pueden dar múltiples problemas, desde la simple contusión por golpe con otro competidor o con el propio recinto donde se desarrolla la actividad física, hasta la rotura muscular que requiere una cirugía fina. En uno u otro caso, la recuperación tiene que ser absoluta e intervendrá la rehabilitación. La contusión necesita de reposo, hay dolor y molestia funcional, cuando trabaja el músculo en el que se produjo la lesión, la palpación provoca dolor en la zona. El reposo es variable y depende de la lesión, será imprescindible retirar la masoterapia, en fases ulteriores a la crioterapia es recomendable la termoterapia, de preferencia las microondas y ultrasonidos.

En la rotura muscular puede ser necesaria la cirugía y después la reeducación funcional con los métodos fisioterapéuticos comunes de cinesiterapia, hidroterapia, electroterapia, termoterapia y masoterapia.

Tejido conectivo

Tejido de sostén, formado por sustancias fibrosas y de base con células más o menos numerosas de distintos tipos; deriva del mesénquima y éste a su vez del mesodermo. Existen diversas clases de tejido conectivo:

Tejido conectivo embrionario: se encuentra sobre todo en el embrión y en el feto.

Mesénquima: a partir de éste se desarrollan todos los tejidos. En el tejido conectivo del adulto se diferencia en fibroblastos, encontrados alrededor de los vasos sanguíneos participando en la cicatrización de las heridas.

Tejido conectivo mucoso (gelatina de Wharton): se encuentra en el cordón umbilical del feto y sirve de soporte a la pared del cordón.

Tejido conectivo adulto: es el mesénquima diferenciado y se divide en:

- Tejido conectivo propio, formado por células fibroblásticas.
- Tejido conectivo laxo, compuesto de modo intercelular por:
  1. Fibras colágenas: gruesas y resistentes ante la fuerza de tracción, permiten cierta flexibilidad en el tejido, porque no son duras y están compuestas por la proteína del colágeno.
  2. Fibras elásticas: más pequeñas que las del colágeno, brindan resistencia y gran elasticidad. Están compuestas con proteína elastina.
  3. Fibras reticulares: son delgadas y dan apoyo y resistencia, están formadas por colágeno y muchas glucoproteínas.

Componente celular amorfo: fibroblastos, células grandes y planas ramificadas, se cree que cuando el tejido se daña, éstos forman fibras de colágeno elásticas y sustancia intercelular.

Macrófagos fijos: derivados de los monocitos, un tipo de leucocitos. Función de desecho celular por fagocitosis, que brinda una defensa vital al cuerpo.

Células plasmáticas: células redondas e irregulares, derivadas del leucocito-linfocito B. Se encuentran en las glándulas mamarias del aparato digestivo. Su función es la producción de anticuerpos.

Células cebadas: localizadas en vasos sanguíneos, forman heparina y sustancias anticoagulantes. Evitan que la sangre coagule dentro de los vasos. También forman histamina y serotonina, sustancias químicas que dilatan a los vasos sanguíneos pequeños.

Existen otras células, como los adipocitos y leucocitos, cuya función es mantener unidos y nutrir a los tejidos (por sustancias intercelulares), también tienen la función de defensa en el marco de reacciones inflamatorias y respuestas inmunitarias. Se localizan en todo el cuerpo, en membranas mucosas, alrededor de los vasos sanguíneos y nervios, alrededor de órganos corporales y en la región papilar superior de la dermis. En combinación con el tejido adiposo, forman la capa subcutánea, capa de tejido que adosa la piel a los tejidos y órganos subyacentes.

Tejido conectivo adiposo

Forma de tejido conectivo laxo, formado por células llamadas adipocitos, derivadas de los fibroblastos. Tienen forma de anillo de sello, por ello el núcleo y el citoplasma se encuentran en los bordes.

Se localizan en la capa subcutánea, alrededor de los riñones, en la base y superficie del corazón, médula de huesos largos y cojinete en las

articulaciones, detrás del globo ocular, en la órbita y donde exista tejido conectivo laxo. Su función es almacenar grasa, es una reserva de energía, apoya y protege varios órganos, además regula la temperatura (por ser mal conductor del calor, lo retiene).

Tejido conectivo denso

De disposición irregular en forma de hoja. Se localiza en la mayor parte de la fascia, región reticular de la dermis, periostio del hueso, pericondrio del cartílago, cápsula de la membrana (fibrosa), alrededor de los órganos, como riñones, hígado, testículos y ganglios linfáticos. Disposición regular: fibras de colágeno dispuestas en haces, color blanco nacarado y flexibles. Por su gran resistencia forman tendones, aponeurosis de hojas tendinosas y muchos ligamentos.

Tejido conectivo elástico

Las fibras de elastina le dan un color amarillento. Forman ligamentos como las vértebras, ligamento superior del pene y cuerdas vocales verdaderas, también componen las paredes elásticas de las articulaciones, tráquea, bronquios y pulmones. Su función es la resistencia y distensión, lo cual permite a las estructuras realizar funciones de manera eficiente.

Tejido conectivo reticular

Se localiza en la lámina basal de los epitelios, vasos sanguíneos y músculos. Su función es dar un soporte delicado del estroma de hígado, bazo y ganglios linfáticos. Ayuda a mantener juntas las fibras del tejido muscular liso.

Tejido conectivo cartilaginoso

Es el único tejido vascular, al igual que el pericondrio, formado por fibras de colágeno que le dan rigidez, condroitinsulfato que le da elasticidad, rodeado por tejido conectivo denso, llamado pericondrio; condrocitos, que son células maduras del cartílago, dispuestas en lagunas, cartílago hialino, que es el más abundante y está formado por fibras de colágeno. Se localiza en las articulaciones, extremos de los huesos largos, cartílagos costales, nariz, laringe, tráquea, bronquios y bronquiolos. Su función es la flexión y apoyo como cartílago articular, reduce la fricción al absorber el impacto de los golpes.

El fibrocartílago está formado con condrocitos y fibras de colágeno, se localiza en la sínfisis del pubis, discos intervertebrales y meniscos de la rodilla, su función es dar rigidez y elasticidad combinada.

El cartílago elástico son fibras formadas por condrocitos y elásticas, su función es la de dar elasticidad y resistencia a ciertos órganos, como la epiglotis, pabellón auricular, conducto auditivo interno (trompa de Eustaquio).

Tejido conectivo óseo

Formado por osteocitos (célula madura del hueso, formada por sales minerales, fosfato y carbonato de calcio), que junto con las fibras de colágeno dan dureza al hueso (forman la sustancia intercelular del hueso). Se clasifica en compacto (denso) y esponjoso (cancelado). Forma canalículos, es decir, canales pequeños que llevan nutrientes a los osteocitos y eliminan los desechos. Su función es proteger, dar movimiento, albergar a la médula ósea e introducir células sanguíneas, médula amarilla, reserva de líquidos y sirve como fuente de energía.

Dolor lumbar

Por lo general, llamado lumbalgia, es todo dolor local de nivel lumbar, su principal síntoma es el estiramiento lumbosacro y sacroilíaco. Suele aparecer cuando el paciente se levanta por la mañana y mejora con rapidez cuando se integra a su vida cotidiana. Es característica de la artritis leve y crónica de la columna vertebral, debido a que las articulaciones se tornan menos flexibles.

Cabe destacar que el paciente refiere como antecedente que algo se desliza en su espalda y sugiere la presencia de un desgarre de ligamentos. El dolor es recurrente en la porción baja de la región lumbar, se acompaña de ciática localizada en la parte posterior de la pierna, que se debe a defectos en los discos intervertebrales.

El dolor en la columna vertebral debido a la presencia de cáncer, puede aumentar su intensidad con la inmovilización. Cuando existen fracturas o abscesos vertebrales aparece dolor localizado no irradiado. El dolor aumenta durante la tarde y al anochecer, es consecuencia de la fatiga por algunas actividades diarias. Suele desaparecer durante la noche, lo que es característico de los pacientes con lumbalgia causada por la adopción de malas posturas corporales. El tratamiento consta de:

- Estos pacientes con padecimientos de la espalda, requieren descansar acostados en posición supina y dormir en colchón duro con una tabla de madera entre el colchón y el soporte de la cama. Se recomienda utilizar compresas húmedo-calientes durante 20 min, 3 o 4 veces al día, así como recibir tratamiento con rayos infrarrojos y aplicar calor en forma continua. No deben utilizarse almohadillas calentadoras durante mucho tiempo, debido a que la aplicación prolongada de calor aumenta la congestión y anula su propósito.

  Los ejercicios correctivos para el dolor dorsal se indican al concluir el estado agudo, en ese sentido, el paciente es dado de alta. Los ejercicios recomendables para este tipo de padecimientos son los conocidos como ejercicios de William y son:

  - Posición de reposo: respirar profundamente y elevar el tórax, estirar y deprimir el abdomen. Realizar la inspiración siguiente contra el tórax elevado. Repetir 10 veces.
  - Contraer los músculos de la parte baja del abdomen y relajarlos. Repetir 10 veces.
  - Juntar la espalda al suelo y contraer la parte baja del abdomen y los glúteos al mismo tiempo, relajarlos. Repetir 10 veces.
  - Aproximar una rodilla al tórax. Elevar y bajar con lentitud, la otra pierna se conserva recta, con el abdomen contraído. Repetir cinco veces con cada pierna.
  - Contraer los glúteos con una almohada bajo el abdomen, relajarlos. Repetir 10 veces.

CONTRACTURAS

Estado anormal y permanente de la longitud del músculo, que se desvía de la normal. Es un acortamiento doloroso de un músculo que no coincide con la despolarización de la membrana. Las contracturas son desencadenadas por el ejercicio y en general, son muy dolorosas. Este término también se puede utilizar para describir la limitación del movimiento articular, por acortamiento de los tendones. Su etiología consta de un desquilibrio dinámico, defecto de la relación agonista y antagonista.

Fisiopatología:

- Inervación alterada: central o periférica.

- Cambios intrínsecos con infiltración de líquidos celulares y fibrosis.
- Trastornos metabólicos: deficiencia de miofosforilasa, lo que limita la producción de fosfatos de alta energía.
- Enfermedades reumáticas.
- Parálisis cerebral.
- Miopatías crónicas.
- Síndrome de inmovilización (prolongada), se puede producir desequilibrio muscular, debido a espasticidad y debilidad.
- Sobreactividad del SNC: hay actividad eléctrica intensa que produce rigidez muscular.

Tratamiento:

- Aplicación de calor para producir un mejor riego sanguíneo, nutrir más al tejido y crear una relajación muscular.
- Se realiza ultrasonido pulsátil para romper formaciones fibróticas, esto produce mejoría de la permeabilidad de la membrana celular, porque permite el intercambio de sustancias y evita la acumulación de las mismas, con ello se produce el funcionamiento normal del músculo.

MIALGIAS

Dolor muscular causado por el espasmo muscular que se produce en estados dolorosos. El espasmo puede impedir el movimiento de órganos o articulaciones inflamadas.

La prolongación de las contracciones musculares produce irritación del músculo que se contrae, de sus ligamentos y tendones relacionados; esto da lugar a mayor espasmo e inicia un ciclo doloroso.

Isquemia: se atribuye a la isquemia la causa de dolor en padecimientos como la angina de pecho.

Acumulación catabólica durante la contracción

Los catabolitos son producidos en apariencia por fibras musculares y llegan al líquido extracelular para eliminarse por la circulación capilar adecuada. Cuando la circulación capilar se reduce por contracción muscular sostenida, aumenta la concentración de catabolitos adyacentes a nociceptores, e inicia impulsos a través del SNC, cualquiera que sea la vía que los transmita.

Estos datos significan que el dolor muscular y la incapacidad para

contraerse se deben a la producción excesiva de un producto térmico catabólico, el cual debe ser eliminado por una circulación sanguínea adecuada. No hay diagnóstico, debido a que el padecimiento no es una patología específica.

Cuadro clínico:
- Dolor muscular.
- Dolor local o irradiado.
- Malestar al realizar un movimiento.
- Contractura.
- Espasmos musculares.

Tratamiento: se realiza ultrasonido para encontrar dos efectos: el térmico y el mecánico.
- **Efecto térmico:** mejora el riego sanguíneo, aumenta el transporte de nutrimentos y acelera la salida de productos de desecho.
- **Efecto mecánico:** produce un aumento de la permeabilidad de la membrana celular, lo cual permite el intercambio de sustancias.

FIBROSIS

Cuando una lesión se extiende a los tejidos con respecto de la epidermis, debido a laceraciones accidentales o a incisiones quirúrgicas, el proceso de reparación es más completo que la curación epidérmica y esto resulta en la formación de una escara. La cicatrización puede afectar sólo a la piel o extenderse a tejidos profundos, los cuales rodean articulaciones, tendones y nervios. La manipulación violenta sólo ocasiona laceraciones y cicatrización adicional. El resultado de este proceso produce:

- Formación de tejido fibroso, degeneración fibroide o fibrosa.
- Curación de las heridas profundas.

Fases de la cicatrización

Fase inflamatoria: se forma un coágulo sanguíneo en la herida, el cual une de manera laxa los extremos de la herida. Las células epiteliales empiezan a emigrar a través de la herida, la vasodilatación y la permeabilidad aumentada de los vasos sanguíneos liberan neutrófilos y monocitos que fagocitan microorganismos, y las células mesenquimatosas

se convierten en fibroblastos.

Fase migratoria: el coágulo se convierte en una escara y las células epiteliales emigran por detrás de la escara, para unir la herida. Los fibroblastos emigran a lo largo de las heridas y empiezan a sintetizar tejido de cicatrización (fibras de colágeno, polisacáridos y proteínas), así como los vasos sanguíneos dañados empiezan a crecer de nuevo. Durante esta fase, el tejido que llena la herida se denomina tejido de granulación.

Fase de proliferación: se caracteriza por un crecimiento extenso de las células epiteliales por detrás de la escara, por la deposición de fibras de colágeno en un patrón al azar, por medio de los fibroblastos y por el crecimiento continuo de vasos sanguíneos.

Fase de maduración: la escara se desprende cuando la epidermis se restaura hasta un grosor normal, las fibras de colágeno se vuelven más organizadas, los fibroblastos empiezan a desaparecer y los vasos sanguíneos se restauran hasta quedar normales.

El periodo de formación de la cicatriz tisular se denomina fibroplasia. En algunos casos se forma tanto tejido cicatrizal, que origina una cicatriz elevada, es decir, una que se encuentra por arriba de la superficie epidérmica normal. En algunos casos, dicha cicatriz permanece entre los límites de la herida original (cicatriz hipertrófica) o se puede extender más allá de los límites de la herida original, hacia los tejidos adyacentes (cicatriz queloide). El tejido cicatrizal difiere de la piel normal debido a que sus fibras de colágeno son más densas y no tiene epidermis, tiene menos vasos sanguíneos y puede no contener pelo, glándulas cutáneas o receptores sensitivos. Existen algunas circunstancias que ejercen influencia sobre la separación tisular:

- Nutrición.
- Circulación sanguínea.
- Edad.

Las siguientes vitaminas son esenciales para una cicatrización no dolorosa:

- Vitamina A.
- Vitamina C.
- Complejo B.
- Vitaminas E y K.

Existen numerosos factores que juegan un papel importante en el proceso

de cicatrización, ya que pueden ocasionar el debilitamiento de la cicatrización. Estos pueden ser locales o sistémicos.

Locales: infección, cuerpos extraños, isquemia, tabaquismo, radiación, trauma, cáncer, toxinas locales, insuficiencia arterial, insuficiencia venosa e hipertermia.

Sistémicas: desórdenes hereditarios que afectan la síntesis de colágeno, deficiencias nutricionales, edad, diabetes, enfermedad hepática, alcoholismo, uremia, medicamentos, transfusiones sanguíneas e ictericia.

Tipos de cicatrices

Cicatriz: tejido de nueva formación que reúne la pérdida de continuidad de las partes blandas.

Cicatriz hipertrófica: proceso de cicatrización abundante que no causa deformidad del área afectada.

Cicatriz queloide: exceso de tejido cicatrizal, el cual causa deformación del área afectada.

En la cicatrización, el tratamiento es hidroterapia en tina de remolino por 15 min y aplicación del ultrasonido en la zona a cicatrizar. El ultrasonido en la cicatriz actúa para romper adherencias o evitar que se forme fibrosis.

La parafina, las compresas húmedo-calientes, los masajes tipo fricción, los ejercicios activos y el estiramiento son otra opciones. Puede requerir intervención quirúrgica. Es posible aplicar corrientes galvánicas en el tratamiento de las cicatrices:

Polo negativo: electrodo pequeño, con su almohadilla hecha de algodón o hilos absorbentes humedecida con solución fisiológica a 2%, se aplica al tejido cicatrizal y se cubre con una pequeña placa de metal.

Polo positivo: electrodo grande en cualquier región, de preferencia opuesto al tejido cicatrizal tratado.

Corriente: se regula a la tolerancia de contacto, por 30 min diarios o en los días que se aplique. Existen algunos principios importantes que deben de considerarse durante el tratamiento de cicatrices anómalas (hipertróficas o queloides) entre las cuales se encuentran:

- Utilizar medicamentos especiales, materiales de compresión o materiales cubiertos con silicón.
- Llevar a cabo terapia física por medicina de rehabilitación.

Las cicatrices hipertróficas resultantes de tensión excesiva o de

complicaciones de la herida como infección, o retraso en el cierre y cicatrización, se pueden tratar en forma efectiva con cirugía y presoterapia con placas de silicona.

CERVICALGIAS

La columna cervical tiene tres funciones complementarias:

- Mantener la estabilidad de la cabeza.
- Permitir el movimiento.
- Proporcionar protección a los elementos vasculares y nerviosos.

La musculatura del cuello trata, de enmendar el desequilibrio de modo permanente. Cualquier desorden anatómico conllevará a contracciones musculares persistentes, con frecuencia asimétricas, que son fuente de contracturas dolorosas.

Los elementos que colaboran en esta estática se condicionan por el raquis subyacente. En ese sentido, una cifosis dorsal aumentará la tensión y la sobrecarga sobre la columna cervical posterior; además, una escoliosis dorsal incrementará las tensiones laterales de la columna cervical.

Reseña anatómica

C1, atlas

Tiene forma de anillo y carece de apófisis espinosa, es más ancha que todas las vértebras subyacentes, a las que rebasa en sentido transversal. En la parte superior es cóncava y se articula con el cóndilo occipital, en la parte inferior es plana o convexa de modo leve, y se articula con el axis.

C2, axis

Presenta en la parte anterior y en el cuerpo vertebral, la apófisis odontoides. Se articula con el atlas. Ambas vértebras no tienen agujeros de conjunción. Los dos primeros nervios (C1-C2), sobre todo sensitivos, pasan por el conducto raquídeo a través de las masas musculares e inervan la parte posterior y lateral de la piel cabelluda.

Columna cervical C3-C7

Los ligamentos de la columna cervical inferior son laxos por delante y

sobre el área lateral. La anatomía de las vértebras cervicales inferiores resulta más clásica. Constan de un cuerpo vertebral, un arco neural (pedículos, apófisis articulares, láminas, así como apófisis espinosa y transversa) y un disco intervertebral.

El disco intervertebral tiene una altura de 4 a 6 mm, lo que representa un tercio del total de la altura de la columna cervical (la movilidad es proporcional al grosor del disco), además es más grueso en su porción anterior, lo que explica la lordosis cervical. Las apófisis transversas bífidas delimitan el agujero transverso por donde pasa la arteria vertebral. El sostén ligamentario se efectúa a través de los siguientes grupos:

- Ligamento vertebral común anterior.
- Ligamento vertebral común posterior.
- Ligamento amarillo.
- Ligamento interespinoso.
- Ligamento nucal fuerte y ancho compuesto de tejido fibroelástico.

Los arcos de movilidad de la columna cervical se producen en las magnitudes siguientes:

- Flexo: 45º y extensión: 55º.
- Inclinación lateral: 45º.
- Rotación: 70 a 80º.

Músculos

En el cuadro 11–2 se listan los principales músculos de la región cervical y sus acciones con lo que se ayuda a la comprensión del origen del dolor cervical.

Cuadro 11–2. Músculos cervicales

Músculos	Acción
Esternocleidomastoideo	Flexión y rotación
Semiespinoso de la cabeza y cuello	Extensión y rotación
Esplenio de la cabeza	Extensión y lateralización
Complexo menor	Extensión y rotación
Esplenio del cuello	Extensión y lateralización
Cervical transverso	Extensión
Complexo mayor	Extensión y rotación

Orígenes de las cervicalgias: la cervicalgia es un trastorno consecutivo a una patología, a trastornos estáticos o funcionales, o, a desórdenes psicosomáticos.

Discopatías: provocan cervicalgias o cervicobraquiales, por degeneración discal de origen traumático o senil.

Afecciones inflamatorias: artritis reumatoide, espondiloartritis anquilosante.

Afecciones infecciosas: espondilopiosis, tuberculosis.

Afecciones tumorales: pueden ser intrarraquídeas o metastásicas.

Tumores intradurales: neurinomas, meningiomas.

Tumores extradurales: la cervicalgia aparece antes que los signos neurológicos de los osteomas, metástasis, etcétera.

Afecciones traumáticas: son dolorosas, haya o no lesiones óseas.

Síndrome de latigazo: se produce al verse la columna sometida movimiento rápido de flexo extensión o a lateralización forzada, la mayoría de las veces por accidentes de tráfico por alcance posterior o lateral. La clasificación de *Québec Trask Force* es una de las más aceptadas:

- Grado 0: donde no se presentas signos ni síntomas.
- Grado 1: hay rigidez y cervicalgia sin presentarse signos clínicos que sean objetivables.
- Grado II: hay dolor cervical con cierta pérdida del recorrido articular (arcos de movilidad) signos músculo esqueléticos con dolor a la palpación.

Este grado se subdivide en:

- IIa cuando hay dolor sin limitación de los arcos de movilidad cervical.
- IIb cuando hay dolor y limitación de los arcos de movilidad cervicales.
- Grado III: se presentan signos de dolor cervical más signos de carácter neurológico con dolor irradiado a miembros superiores disestesias, vértigo.
- Grado IV: se presentan lesiones óseas fracturas, luxaciones con afectación neurológica y que en general requieren tratamiento quirúrgico.

El mayor porcentaje de estas lesiones se encuadran en los de grado I y IIa.

Tratamiento del síndrome de latigazo

En la fase aguda si presenta dolor importante contractura de musculatura cervical asociada (externo cleido mastoideo, trapecios, romboide esplenio de la cabeza, entre otros, y rectificación de la lordosis cervical se puede indicar el empleo de collarín blando, no más de tres a cuatro días (para evitar atrofia muscular) empelándolo sólo durante el día y retirarlo para dormir. En los primeros días:

- Medicamento con efecto relajante muscular de acción central (espasmolíticos) que disminuyen el tono muscular como el metocarbamol.
- Analgésico, entre los más comunes diclofenaco, ibuprofeno, entre otros.
- Tratamiento de rehabilitación consta de: calor, ultrasonido, corrientes analgésica, masoterapia, cinesin (terapia pasiva y posteriormente activa).

Artrosis cervical

No existe una relación sistemática entre la intensidad de las manifestaciones clínicas y las imágenes radiológicas, casi siempre presente después de los 40 años de edad, sobre todo en C4 y T1. La discartrosis se relaciona con un aplastamiento de disco invertebral, un pinzamiento de los espacios vertebrales y con una proliferación osteolítica. Por lo general, dicho aplastamiento provoca una inclinación anterior, a veces asociada a una inclinación lateral. La degeneración del disco depara modificaciones estáticas: la artrosis interapofisaria posterior provoca un pinzamiento y por lo general, acompaña a la artrosis anterior.

Espondilosis

Es el síntoma más frecuente y suele ser poco localizable en el cuello y los hombros. El dolor generado en la columna cervical se agrava o alivia con los movimientos. Por lo general es referido a la nuca, o parte posterior de los hombros, también puede irradiarse a la región dorsal alta o interescapular.

Los cambios por envejecimiento de los discos intervertebrales provocan pérdida gradual de su tamaño y una disminución de su capacidad para absorber presión, esto predispone al desarrollo de osteoartritis, la cual se presenta a nivel de las articulaciones intervertebrales y de sus facetas articulares. Los osteolitos posteriores grandes pueden invadir el canal

medular. Los signos relacionados con la espondilosis son:

Rigidez: acompaña el envejecimiento por espondilosis a distintos niveles.

Sensibilidad a la palpación: se debe a la enfermedad degenerativa, es inespecífica y de intensidad variable. Es más intensa en la columna cervical baja. Se relaciona con espasmo muscular.

Vértigo: se puede presentar de manera ocasional secundario a una espondilosis avanzada, a causa del desplazamiento de las arterias vertebrales por los osteolitos.

Parestesias: suelen ser vagas e imprecisas, a no ser que haya atrapamiento neurológico.

Debilidad: el paciente puede tener sentir una sensación de falta de fortaleza o pesadez de las manos, sin que se pueda objetivar al examen neurológico dirigido.

Mielopatía cervical: ésta es una complicación que se observa en individuos con un canal cervical estrecho congénito. La protrusión del disco, los osteolitos posteriores y la retrolistesis por laxitud ligamentaria, contribuyen a la mielopatía que acompaña a espondilosis, sobre todo en personas de mayor edad.

Radiculopatía cervical (cervicobraquialgia): la herniación del disco intervertebral es una causa corriente de dolor irradiado al hombro y brazo en personas jóvenes. Casi siempre se afectan los niveles vertebrales bajos. Es habitual la limitación de la movilidad y que se agrave el dolor con los movimientos, en especial la extensión, toser o estornudar. El tratamiento consta de:

- El reposo en cama sólo se recomienda en las lesiones agudas, como un disco herniado o un traumatismo. Por lo general, los collares cervicales se prescriben durante la fase aguda de las cervicalgias, ya sea que se trate de una cervicalgia crónica, de tortícolis o de una neuralgia cervicobraquial. Se indican cuando el dolor se despierta o aumenta por efecto del movimiento, al realizar actividades o al viajar.

La fisioterapia, mediante diversas técnicas, trata de obtener efectos sedantes, circulatorios, relajantes y antiinflamatorios. Estas técnicas pueden ser:

Rayos infrarrojos: efecto analgésico y relajante, pero superficial (5 mm).

Electroterapia: en las cervicobraquialgias, con técnica bipolar de aplicación longitudinal, se coloca un electrodo en el raquis cervical y el otro a nivel del brazo. Una corriente de baja frecuencia se superpone a otra galvánica en busca de un efecto analgésico por inhibición (50 a 100 Hz) o por liberación de endorfinas (2 a 6 Hz), cuyos efectos se suman a los de los fármacos. En las cervicalgias y tortícolis se realiza técnica bipolar con aplicación transversal. Se utiliza una corriente de baja frecuencia (50 a 100 Hz) con emisión fraccionada y otra corriente galvánica superpuesta.

Ultrasonidos: acción térmica y mecánica.

Termoterapia: la mayor parte de las cervicalgias se alivian con el calor; parafina, compresas húmedo-calientes, diatermia, entre otras. Cuando se aplican rayos infrarrojos se debe tener cuidado de no calentar demasiado el cráneo con facilidad porque se provocaría una cefalea. La termoterapia ejerce un efecto relajante y circulatorio a profundidades variables.

Hidroterapia: se utiliza menos en la cervicalgia. Puede aportar un efecto calmante con el agua, lo suficientemente caliente (35 ºC), y con trabajo dentro de ella.

Masaje: técnicas de masaje aplicadas al raquis cervical:

- Presiones con deslizamiento superficial (de roce).
- Presiones locales.
- Presiones con deslizamiento profundo.
- Presiones acompañantes.
- Movilización del pliegue cutáneo.
- Masaje transversal.
- Presiones con toda la palma.
- Estiramiento de las masas musculares.

Movilización pasiva

Alternadas con el masaje se realizará la movilidad pasiva. Se avanza hasta el límite de las zonas sensibles, pero no más allá, a fin de no retroceder.

Movilización activa

Cabe recordar que la tonicidad del cuello se encuentra relacionada de manera funcional con la movilidad ocular, vale decir que se trata de una reprogramación de la movilidad que tiene en cuenta las relaciones neurofisiológicas entre el cuello y los mecanismos de coordinación vestibular, así como oculocinéticos.

1. Movilizar de manera pasiva la columna cervical en todas direcciones, mientras que el paciente fija la mirada en un objeto.
2. Igual que el anterior, pero con los ojos cerrados. Poner atención a los movimientos anormales de los globos oculares.
3. El paciente debe seguir los contornos de un dibujo fijo en la pared con el empleo de un anteojo monocular.
4. Se vuelve a practicar cada ejercicio con los ojos cerrados, para estimular la propiocepción cervical.
5. El paciente, sentado en una silla giratoria, con la cabeza inmóvil y la mirada fija en un punto, se hace girar de modo que también el tronco gire, pero no la cabeza. Repetir con ojos cerrados.
6. Hacer movimientos con la cabeza mientras cambia de posición, se pone de pie o camina, con los ojos abiertos y cerrados.

Fortalecimiento muscular

Se trabajará sobre la fuerza, la resistencia y la rapidez de adaptación postural, pero sobre todo se busca el fortalecimiento. No son iguales las metas de una persona de edad a las de una joven y deportista, aunque ambas sufran cervicalgias.

Tracción

Las tracciones más frecuentes son de dos tipos:

1. Las tracciones manuales relacionadas con la reducción y alternadas con movilizaciones y masajes.
2. Las tracciones mecánicas. Éstas se modulan al variar las posiciones, la intensidad y el tiempo de aplicación. Cada uno de estos elementos tiene un objetivo más específico:
   - La relajación muscular.
   - La descompresión articular.
   - La liberación de los agujeros de conjunción.

Ciclo vicioso de los espasmos

Un espasmo es aquella contracción súbita, violenta e involuntaria de un músculo o de un grupo muscular.

El espasmo impide el movimiento del líquido que se ha formado y su

resorción a partir de los mecanismos corporales normales. Aparece un ciclo vicioso en traumatismo, lesión, dolor, exudado, líquido, edema, incluso hemorragia microscópica, esto provoca la producción del espasmo protector (es un intento natural para impedir que se mueva el tejido dañado), se presenta un aumento del dolor y limitación a la movilidad. Esta limitación se causa no sólo por el espasmo muscular, sino por la incapacidad para relajarse después de haber entrado en espasmo.

Si en estas condiciones el paciente intenta flexionarse, girar, voltear o incluso sentarse, los músculos no se alargan (no se relajan). Por tanto, aparece mayor dolor en la región donde se efectúa el movimiento, aumenta la restricción de la movilidad, el dolor acentúa el daño y éste aumenta la incapacidad.

Tratamiento

El tratamiento apropiado del número con espasmo es el de romper este círculo:

- Al principio, el dolor se presenta por la inflamación de los tejidos.
- Después, aumenta por el espasmo protector.
- Lo anterior causa un incremento terciario de la inflamación.
- También compresas húmedo-calientes, diatermia, luz infrarroja, masaje y ultrasonido.

BIBLIOGRAFÍA

Balagué F; Basseda A; Carrascull J: *Prevención de patología musculoesquelética de los docentes*. Sant Cugat del Vallès, 1999.

Galopin, R: *Gimnasia correctiva: aplicaciones terapéuticas para lograr un desarrollo físico adecuado*. 6ª ed. Barcelona: Hispano Europea, 1990.

Kovacs FM, Gestoso García M, Vecchierini Dirat NM: *Cómo cuidar su espalda*. 2ª ed. Barcelona: Paidotribo, 2001, 174.

Nichols PJR: *Rehabilitación en medicina*. Barcelona, España: Ed. Salvat, 1985.

Programa de formación para la prevención de patología musculoesquelética del docente: prevención del mal d'esquena: Manual del formador. Barcelona: Generalitat de Catalunya, Departament

d'Ensenyament, 2000.

Roca J: Patología de la columna vertebral. Institut Català de Traumatologia i Medicina de l'Esport: Fundació ICATME-Dexeus-UAB, 1998.

Simmons Z, Bremer BA, Robbins RA *et al*.: Quality of life in ALS depends on factors other than strength and physical function. Neurology, 2000;55(3):388-392.

Strakowski JA: Dupuytren's contracture: En: Walters R, Frontera, Silver JK: *Essentials of Physical and Rehabilitation*. Filadelfia: Hanley y Belfus, 2002;146-150.

Tachdjian M: *Ortopedia pediátrica*. México: Ed. Interamericana, 1988.

Tortora G: *Principios de anatomía y fisiología*. Madrid, España: Mosby/Doyma Libros, 1996.

Valenzuela RH: *Manual de pediatría*. México: Ed. Interamericana, 1991.

CAPÍTULO 12

Quemados

QUEMADURAS

Se le denomina quemadura a toda lesión de la piel o de las mucosas provocada por calor, sustancias químicas, electricidad o radiaciones.

Según su profundidad, las quemaduras se dividen de primero, segundo y tercer grado. Las de primer grado se caracterizan por un enrojecimiento doloroso de la zona y provocan daños sólo en la epidermis (la parte externa de la piel). Las de segundo grado atacan los tejidos situados a mayor profundidad: la piel aparece enrojecida con mayor intensidad y se forman vesículas (ampollas). Las quemaduras de tercer grado penetran con profundidad, destruyen la epidermis, la dermis (parte de la piel situada bajo la epidermis) y las terminaciones nerviosas de la piel (por esta razón la quemadura de tercer grado es menos dolorosa que las de primero y segundo grado).

Las quemaduras constituyen una de las lesiones traumáticas más graves y dolorosas que puede padecer el ser humano, debido a la pérdida de piel quemada, las alteraciones fisiopatológicas que ocurren en su organismo, el dolor, la complejidad del tratamiento, el tiempo tan prolongado de curación, las secuelas funcionales y estéticas, entre otras (cuadro 12-1).

Cuadro 12–1. Esquema corporal de porcentaje de quemados adultos y niños

Adulto	
Región anterior	**Región posterior**
Cara 4.5 %	Cabeza 4.5%
Tronco 9%	Espalda 9%
Abdomen 9%	Cintura 9%
Periné 1%	
Brazos y manos 9%	Brazos y manos 9%
Piernas 9%	Piernas incluidos glúteos 9%

Lactante	
Cabeza 18%	
Torso y dorso 18%/18%	
Brazos 9%	
Periné 1%	
Piernas 14%	

Clasificación según la extensión de superficie corporal quemada

- **Quemado grave:** es el paciente que presenta SCQ (superficie corporal quemada) superior a 15%.
- **Quemado leve:** es aquel paciente que presenta SCQ inferior a 15%. En esta clasificación se deben considerar otros aspectos importantes, como la edad del paciente, la profundidad de la lesión, la existencia de otras enfermedades, entre otros, que pueden hacer que la clasificación del paciente cambie de leve a grave, aunque la superficie quemada sea inferior al 15%.

Clasificación de quemaduras según profundidad

Para calcular la extensión de una quemadura, se utilizan distintos métodos:

- **Esquema de Lund y Browder:** este esquema ofrece valores porcentuales a las distintas partes del cuerpo, estableciendo diferencias si el paciente quemado es un lactante, un niño o un adulto.
- **Regla de los nueves** (método de Pulaski y Tennison): según este método, se divide la superficie corporal en zonas que representan 9 o múltiplos de 9 (expresados en porcentaje). El 1% restante se asigna al periné.
- **Regla de la palma de la mano:** si se piensa que en el adulto la palma de la mano, contando los dedos, equivale a 1 % de superficie corporal, bastará con una sencilla operación de superposición de la mano del paciente que ha sufrido la quemadura para obtener el cálculo aproximado de la SCQ.

Clasificando las quemaduras en función de la profundidad que abarca la lesión, tradicionalmente se establecían grados (1º, 2º, 3º y 4º). Hoy en día,

se considera más correcta su clasificación según las capas de piel afectadas.

Según la localización de las áreas quemadas se consideran graves y de gran importancia las quemaduras situadas en cara y cuello, manos, genitales y pliegues flexo extensores, debido a su repercusión futura, tanto funcional como estética.

FISIOPATOLOGÍA

En relación directa con la superficie quemada, el agente causal de la quemadura y el tiempo de exposición, los más importantes son:

- **Aumento de la permeabilidad capilar:** tras producirse la quemadura, se origina el paso de plasma, electrolitos y agua del espacio intravascular al espacio intersticial, lo que provoca un desequilibrio electrolítico y por lo tanto condiciona el edema. El edema interesa a las zonas afectadas y adyacentes y puede afectar a todo el organismo si éste presenta un elevado tanto por ciento de SCQ.
- **Destrucción tisular:** se produce pérdida de la barrera cutánea, lo que provoca aumento de las pérdidas de agua por evaporación. Esta pérdida de agua puede ser de 200 g/m^2 y por SCQ/h, que junto con el edema desencadenan el choque hipovolémico, característico de los pacientes con quemaduras. Esto conduce a hipoxia celular y acumulación de ácido láctico.
- **Hemoconcentración:** ésta sucede al inicio y después anemia, debido a la destrucción de hematíes.
- **Disminución y lentificación del volumen circulante:** con disminución del volumen minuto y, por tanto, disminución del gasto cardiaco.
- **Infección:** debido a la pérdida de piel constituye una vía de entrada de gérmenes en el organismo.
- **Alteraciones:** en la función pulmonar en pacientes quemados que hayan podido inhalar humos, con cambios importantes de CO_2, O_2 y del pH arterial.

Hallazgos físicos

Cardiovasculares:

- Temperatura disminuida (hipotermia). Aparece tanto en quemaduras

térmicas por calor como por frío, debido a la pérdida de protección y abrigo que ofrece la piel.
- Debido a la ansiedad, angustia y dolor, es frecuente que en los primeros momentos se presenten pulso y frecuencia cardiaca elevada y tensión arterial disminuida.

Pulmonares. Si el paciente ha inhalado humos se puede encontrar pérdida de conciencia, frecuencia respiratoria disminuida y alteraciones en la gasometría arterial (con retención de CO_2). Es importante observar si existen quemaduras circulares en tórax y cuello, ya que las escaras que se forman, si son profundas, pueden comprometer la respiración y provocar interrupción de la ventilación.

Dermatológicos. Se presentan en las áreas que han sufrido la lesión térmica, ya sea calor o frío, con las siguientes características:
- Si la quemadura es epidérmica, la superficie quemada estará eritematosa, no tendrá exudado y no formará flictenas o ampollas.

Neurológicos:
- Se pueden esperar alteraciones a nivel de conciencia por lesiones respiratorias tras haber inhalado humos y gases muy calientes.
- El habla puede ser poco clara, con ronquera y cambios de voz, debido a la posible inhalación de humos.

Musculoesqueléticos. El paciente deja de mover las áreas afectadas por las quemaduras, ya que le provoca dolor, inflamación y tirantez. El tratamiento integral para pacientes quemados consta de lo siguiente:

- Los factores desencadenantes de las quemaduras y medidas para evitarlas.
- La importancia de seguir una dieta nutritiva para mejorar la cicatrización.
- Factores de riesgo de infección que debe evitar.
- Tratamiento de las áreas quemadas ya curadas.
- No airear ni exponer al sol las áreas quemadas.
- La importancia de seguir tratamiento de presoterapia para evitar las secuelas.
- Tratamiento de ejercicios de rehabilitación prescritos y las consecuencias del incumplimiento.

Los tipos de quemadura según el agente productor pueden clasificarse en:

- Térmicas: calor, fuego directo, gases.
- Frío: congelación.
- Eléctricas: electricidad.
- Industrial: química, productos químicos, ácidos orgánicos, como ácido acético, fórmico; ácidos inorgánicos, como ácido clorhídrico, sulfúrico.
- Álcalis: la más común sosa cáustica.
- Radioactivas.
- Radiación solar.

REHABILITACIÓN DEL PACIENTE QUEMADO

Principios básicos

Intervención temprana. Evitar periodos prolongados de inmovilidad. Los movimientos activos deben iniciarse en el periodo de reanimación. Debe haber un programa planificado de actividades diarias y cuidados de rehabilitación. La rehabilitación del paciente quemado se divide en tres fases:

1. Fase aguda.
2. Fase de recuperación.
3. Fase de rehabilitación.

El equipo multidisciplinario debe tomar decisiones en conjunto para el manejo adecuado del paciente quemado.

Objetivos

- Impedir la contractura.
- Conservar el movimiento articular.
- Conservar el tono muscular.
- Deambulación temprana.
- Manejo del dolor.
- Masoterapia.
- Postura adecuada.
- La aplicación de ropa compresiva puede reducir la cicatriz hipertrófica.
- Las manos y las muñecas son áreas que requieren ferulización.
- La maduración de la herida usualmente ocurre entre 1 a 2 años.

- Los vendajes elásticos deben aplicarse a todas las áreas lesionadas.

QUEMADURA DE MANO

La mano es el sitio más frecuente de quemaduras, el tratamiento adecuado es esencial para lograr una recuperación funcional. Todas las quemaduras en mano son consideradas graves.

En la delicada piel de la zona dorsal, sobre todo la gran sensibilidad de la zona palmar, suele ser de las quemaduras que incluyen un efecto devastador en las numerosas funciones de la vida diaria de un paciente a cualquier edad. Cuando sea posible, el trabajo de rehabilitación de la mano, debe hacerse por un conjunto interdisciplinario entre terapia física y ocupacional para obtener mejores resultados.

Después de una lesión térmica se provocará un aumento de la permeabilidad vascular junto con un cambio de fluidos para el espacio extravascular, a esto se le llama edema postquemadura. En las quemaduras superficiales de espesor parcial, el líquido que se filtra en el espacio extravascular es mínimo, y el edema es menor y transitorio.

En las quemaduras profundas de espesor parcial y completo, el edema es más severo y prolongado. A medida que aumenta, durante las primeras 72 horas después de la quemadura, puede que la presión dentro de los compartimentos de la mano incremente y provoque presiones que deterioren la función artero-venosa y linfática.

Deformidades de Boutonniere, éstas se presentan con más frecuencia en las quemaduras profundas que implican el dorso de la mano, los dedos o el pulgar. La deformidad de Boutonniere involucra el aparato extensor a nivel de la articulación interfalángica y puede ser el resultado de una lesión térmica directa o de isquemia del tendón. La isquemia del tendón puede ocurrir cuando éste es presionado por una escara contra la cabeza proximal de la falange cuando ésta se encuentra en flexión.

La deformidad de la banda de escara se desarrolla cuando las heridas cruzan las líneas de tensión y se hacen perpendiculares al eje de movimiento de la articulación. Estas bandas con frecuencia cruzan varias articulaciones y se encuentran en las fronteras de los injertos de piel o en las zonas que sanaron por segunda intención.

Aunque es poco frecuente la osificación heterotópica en las manos, esta alteración se puede ver en el codo con mayor frecuencia en pacientes con quemaduras y puede llegar a afectar con gravedad la función de la extremidad superior. Ocurre cuando hay una formación de hueso nuevo en

los tejidos blandos que rodean la articulación o dentro de las cápsulas articulares o ligamentos y puede formar un puente óseo a través de la articulación.

La rehabilitación de una quemadura debe iniciarse dentro de las primeras 24 horas de la admisión de un paciente, para establecer un posicionamiento individualizado, férulas, ejercicios, y un plan de actividad funcional. Muchas de las complicaciones pueden minimizar con la terapia temprana y continua. Los pacientes con quemaduras graves en mano pueden requerir varios años de tratamiento de las cicatrices y los procedimientos reconstructivos que, en general, implican la rehabilitación a largo plazo.

La posición específica de la mano quemada es crucial para la curación con buenos resultados. Los componentes clave de posicionamiento incluyen:

- La elevación de la extremidad distal para facilitar el flujo de sangre venosa, colocando una fuerza de alargamiento de cicatrización del tejido.
- La protección de las estructuras de tejidos blandos articulares que puede sufrir un trauma adicional como la ruptura o la presión excesiva.
- La elevación de la extremidad superior y de la mano para la absorción del edema, la mano debe ser elevada por encima del nivel del corazón tanto como sea posible. También es fundamental extender el codo lo suficiente para estimular el drenaje venoso.

Pueden ser utilizados varios dispositivos para elevar la extremidad superior, incluyendo almohadas, cuñas de espuma, entre otros, todos bien soportados durante la noche para asegurar los mismos efectos.

Un paciente que está alerta y es capaz de participar debe ser instruido en el ejercicio activo para activar la bomba muscular y disminuir el edema.

La técnica utilizada para reducir el edema se debe seleccionar con cuidado para evitar posibles lesiones de los tejidos frágiles. En estos casos, los ejercicios de flexión de la articulación aislado (MF) activa o pasiva, en combinación con la extensión conjunta (IF) activa o pasiva, impondrá menos estrés en este frágil sistema de tendón extensor.

El movimiento repetitivo en abducción y aducción de los dedos requiere la contracción de los músculos interóseos dorsal y palmar, que ayuda en la reducción del edema y se indica con regularidad para las quemaduras de todas las profundidades.

El control del edema tras las primeras 72 h debe seguir siendo una

prioridad para minimizar el endurecimiento de los tejidos blandos.

Las envolturas elásticas autoadherentes han demostrado ser eficaces en la piel de las manos quemadas en etapa aguda y en posoperatorio de injerto de piel para controlar el edema.

Al igual que con cualquier parte del cuerpo quemado, la posición de comodidad para el paciente se convierte en la posición de formación de contracturas. El antebrazo asume con frecuencia una posición de pronación con la muñeca en flexión cuando un paciente eleva el antebrazo y la mano o cuando se apoya el segmento sobre una almohada. Si ROM de la muñeca se ve limitada en una dirección específica, se coloca una férula en la dirección opuesta.

En las quemaduras circunferenciales del antebrazo, por lo general, se requiere la muñeca en posición de ligera extensión debido a los efectos de la gravedad y la fuerza de los músculos flexores. El posicionamiento de la mano puede variar de un terapeuta a otro, pero la posición antideformante de la mano con una quemadura dorsal es una posición intrínseca positiva, que consiste en la extensión de muñeca, flexión de la MF, IF distal y proximal, y el pulgar abducción palmar. Con profundas quemaduras palmares, la mano se coloca con todas las articulaciones de los dedos extendidos y el pulgar en abducción radial. Las quemaduras palmares necesitan ser posicionadas por una férula y después de la reepitelización, se le puede añadir elastómero de silicona para proporcionar un buen posicionamiento y manejo de la cicatriz. Con quemaduras circunferenciales en las manos, el posicionamiento tendrá que ser modificado y alternado basado en la profundidad de la quemadura y en la probabilidad de desarrollo de contractura de la cicatriz.

PREVENCIÓN DE LA NEUROPATÍA

El desarrollo de la neuropatía es un problema común en los pacientes con quemaduras. Las áreas específicas deben ser manejadas con cuidado para evitar lesiones nerviosas en las extremidades superiores son: el de hombro para lesiones del plexo braquial, el codo para las lesiones del nervio cubital y la muñeca para lesiones de los nervios cubital y mediano. Una lesión del plexo braquial puede ser consecuencia de la colocación incorrecta del hombro durante períodos prolongados de tiempo. Colocar el brazo a medio camino entre la abducción del hombro y la flexión hacia adelante y en la rotación del hombro neutro, puede aliviar esta compresión.

Ciertas posiciones del brazo ponen el nervio cubital en riesgo de

compresión cuando el nervio atraviesa el túnel cubital en el codo. Cuando el codo está flexionado a 90º, el nervio cubital es susceptible a la presión ejercida por el ligamento arqueado. Cuando se prona el antebrazo, el nervio cubital es susceptible a una fuerza de compresión externa creado por la superficie sobre la que se encuentra el nervio. La combinación de estas dos posiciones pone al nervio doblemente en riesgo. La neuropatía cubital se puede prevenir mediante el posicionamiento del codo en extensión con el antebrazo en supinación y alternar con las posiciones contrarias para mayor comodidad. La lesión del nervio cubital unida a la del nervio mediano pueden ser un resultado de la compresión en la muñeca causada por posiciones extremas o por presión excesiva.

EJERCICIO Y ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA

La amplitud del movimiento toma especial importancia en los movimientos que se oponen al desarrollo de las contracturas. La elección del ejercicio debe adaptarse a las necesidades individuales del paciente. Un ROM activo se prefiere antes que el pasivo (PROM); sin embargo, si los pacientes no son capaces de lograr el ROM o participar con el máximo esfuerzo, deberá ser implementado el movimiento activo-asistido o movimiento pasivo. Si el paciente está alerta, se le puede enseñar el movimiento para asegurar la elongación del tejido combinado completo. La presencia de múltiples articulaciones dentro de la mano hace que sea susceptible a contracturas de las articulaciones y de la cicatriz. El ejercicio corto que se realiza varias veces al día, se considera más útil que una sesión intensa. El proceso de la herida y la contracción de la cicatriz están en curso en todo el día y la noche por eso, necesita ser tratado de manera constante.

Cuando la quemadura se cierra y los injertos de piel son estables, estas modalidades terapéuticas pueden ser beneficiosas:

1. Parafina, proporciona calor húmedo y suaviza la piel/la cicatriz para promover el aumento ROM cuando se utiliza antes de hacer ejercicio.
2. Masaje de la cicatriz, es útil en la reducción de la hipersensibilidad, prurito, y el dolor, y en la hidratación y reblandecimiento de la cicatriz para la duración de una sesión de tratamiento, lo que permite una mayor extensibilidad, facilidad de los ejercicios de ROM y entrenamiento de

habilidades funcionales.

3. Las técnicas de desensibilización pueden incluir: texturas tonel, con otras texturas de material pegadas en palos para tonel; en contacto, con el uso de partículas como el arroz y granos, y de vibración, con el uso de vibradores que funcionan con baterías.
4. El ultrasonido ha reportado efectos satisfactorios en el tratamiento de cicatriz de la quemadura.

La educación del paciente y la familia es muy importante para ganar la confianza del mismo paciente, lo que promueve el cumplimiento de su tratamiento, así como motivación. Las instrucciones deben ser escritas y con ilustraciones, la observación frecuente de las sesiones de terapia combinada con la participación y demostración recíproca de las técnicas de rehabilitación, todas ayudan a garantizar la adquisición de habilidades con éxito por parte de un miembro de la familia. Los pacientes y cuidadores deben ser enseñados a ser independientes en:

- El manejo de cuidado de las heridas.
- La correcta aplicación de férulas, prendas de presión y dispositivos.
- El ejercicio y programas de masaje cicatriz.

La terapia necesaria puede variar de sesiones de 30 a 60 min, 2 a 3 veces a la semana.

La mayoría de las cicatrices de las quemaduras maduran por completo entre 12 y 24 meses; sin embargo, los cambios en la piel se pueden observar durante varios años después de la lesión. Es posible moldear/influir en el tejido cicatricial durante este tiempo, por lo que es útil proporcionar al paciente visitas periódicas y remitir a clínica de especialidad en quemaduras en caso de ser necesaria una modificación de las técnicas de manejo de la cicatriz o algún procedimiento quirúrgico oportuno, con el fin de lograr mejores resultados.

El seguimiento a largo plazo es necesario en el niño quemado, para garantizar la máxima funcionalidad y un mínimo defecto estético en los periodos de crecimiento entre la infancia y la edad adulta, pues durante un periodo de años, las cicatrices pueden interferir con el crecimiento normal, y el niño puede requerir cirugía adicional y tratamiento, incluso después de que las cicatrices hayan madurado.

INFLAMACIÓN

Al proceso inflamatorio también se le conoce como edema y significa un exceso de líquido en los tejidos del organismo.

La inflamación es un proceso complejo de cambios tisulares, el cual afecta el comportamiento de líquido extracelular e intracelular.

Existen dos situaciones principales que tienden a causar edema intracelular. Primero, la depresión de los sistemas metabólicos tisulares o la falta de nutrición adecuada a nivel celular, pueden causar edema intracelular importante: esto se produce sobre todo en las zonas del organismo donde disminuye el flujo sanguíneo local y la llegada de oxígeno, así como en nutrimentos es demasiado baja para mantener el metabolismo tisular normal, lo que altera los sistemas transportadores iónicos de membrana, en especial la bomba de Na+. En estas ocasiones, cuando el Na+ que entra a la célula, la bomba es incapaz de volverlos a sacar, aumenta la concentración intracelular de Na+. La consecuencia de esto es un movimiento de agua hacia el interior de las células, debido a la ósmosis.

En segundo lugar, el edema intracelular también aparece en las áreas tisulares inflamadas. El fenómeno de la inflamación tiene, por lo general, un efecto directo en las membranas celulares, aumentan su permeabilidad y permite que el Na+ y otros iones difundan a su interior, con la posterior osmosis de agua hacia el compartimiento intracelular. Con lo anterior se asevera que, la “inflamación” se caracteriza por:

- Vasodilatación de la permeabilidad de los vasos sanguíneos locales.
- Aumento de la permeabilidad de los capilares, con el paso de grandes cantidades de líquido de los espacios intracelulares.
- La coagulación del líquido por una cantidad excesiva de fibrinógeno.
- Migración de un gran número de granulocitos y monocitos del tejido.
- Tumefacción de un gran número de células tisulares.

Esto se debe por las sustancias liberadas dentro del organismo, como la histamina, bradicinina, serotonina y prostaglandinas. Además de los casos ya mencionados, hay muchas situaciones que también llegan a producir edema:

- Causado por la salida anormal del líquido desde los capilares sanguíneos o por un fallo del sistema linfático, para recuperar el líquido intersticial.

- Edema causado por retención renal de sal y agua.

Al existir una salida excesiva de líquido de los capilares hacia el intersticio o por un cierto componente de bloqueo linfático, se dificulta el paso del líquido y de proteínas intersticiales a la circulación, entonces se producirá acumulación del líquido intersticial y por consiguiente **edema**. Existen tres factores que favorecen la salida del líquido y proteínas hacia el intersticio:

- Elevación de la presión capilar.
- Disminución de las proteínas plasmáticas.
- Aumento de la permeabilidad, que facilita la salida del líquido y proteínas a través de los poros.

Etapas de la inflamación

Vasodilatación: al aumentar la permeabilidad de los vasos sanguíneos, después de que se produce el daño tisular surge de inmediato la vasodilatación, que consiste en el aumento de diámetros de los vasos sanguíneos en el área lesionada, lo cual atrae un mayor flujo de sangre hacia ella y aumento en la permeabilidad, esto significa que algunas sustancias componentes que en condiciones normales permanecen en el torrente sanguíneo, como los leucocitos y sustancias coagulantes, en tales circunstancias, puedan salir de él y dirigirse a la zona lesionada, donde cumplen la función de defensa del organismo. Además, la mayor parte del riego sanguíneo extrae las células muertas y sustancias tóxicas de dicha zona, con lo cual se evita que la herida se complique.

Minutos después de que se produjo la lesión, la aceleración del metabolismo, el latido cardiaco, y de modo especial, la dilatación y la mayor permeabilidad de los capilares, producen calor, rubor y aumento de volumen en el área afectada. El calor es el resultado de la mayor cantidad de sangre que llega a él, así como el mayor volumen sanguíneo produce el rubor y el enrojecimiento.

Las células dañadas liberan sustancias químicas en respuesta a la lesión, entre ellas: histamina, presente en las células cebadas de tejido conectivo (basófilos y plaquetas), además de los neutrófilos, los cuales llegan al sitio de la lesión para producir otras sustancias químicas que desencadenan la liberación de la histamina. Las cininas (péptido vaso activo) son liberadas al plasma sanguíneo y al líquido tisular, actúan sobre algunas terminaciones nerviosas, de modo que causan gran parte del dolor que

surge con la inflamación. La dilatación y la mayor permeabilidad vascular permiten que los coagulantes sanguíneos lleguen al área lesionada. Conforme se produce la coagulación, alrededor del sitio de la lesión, se evita que el microorganismo o toxina se disemine a otras partes del cuerpo.

Migración fagocítica: por lo regular, una hora después de iniciado el proceso inflamatorio aparecen los fagocitos en la zona de lesión. Entre los fagocitos se incluyen: neutrófilos y monocitos.

Al disminuir el flujo sanguíneo, los neutrófilos se adhieren a la superficie interna de los vasos, lo cual se denomina **marginación**. Los neutrófilos atraviesan las paredes de los vasos para llegar hasta el área dañada, el movimiento de éstos depende de la atracción que algunas sustancias ejercen sobre ellos, como las cininas, por tanto los neutrófilos intentan destruir a las bacterias invasoras por fagocitosis. Si la respuesta inflamatoria continúa, los monocitos ocupan el lugar de los neutrófilos en el área infectada y se transforman en macrófagos.

Liberación de nutrimentos: los nutrimentos almacenados en diversas partes del cuerpo son liberados durante la respuesta inflamatoria, son utilizados por las células de defensa.

Formación de fibrina: la sangre contiene una proteína soluble llamada **fibrinógeno**, que al aumentar la permeabilidad de los capilares sale de la sangre y pasa a los tejidos transformado en fibrina, la cual es una defensa fibrilar insoluble que localiza y “atrapa” a los microorganismos, además evita su diseminación. La red de fibrina se transforma en un coágulo, que evita la hemorragia y aísla la zona afectada.

Formación de pus: en casi todas las inflamaciones se produce pus, sustancia semilíquida que contiene leucocitos y restos de células muertas.

CICATRIZACIÓN

Cicatriz: este proceso ocurre cuando en la zona de la herida se forma un coágulo de fibrina, el cual se orienta de manera longitudinal con respecto al músculo, por la tensión ligera ejercida sobre el coágulo y las contracciones repetidas del propio músculo, los fibroblastos crecen dentro del coágulo, así como las fibras de reticulina y las de colágeno se formarán más adelante.

Las fibras de colágeno se orientan paralelas a las de fibrina a lo largo de su eje mayor. Habrá proliferación de estos fibroblastos y colágeno que conduce a la reacción de cicatrización, se restauran las fibras lineales de colágeno. Esto se verá favorecido cuando la circulación se normalice.

Cicatriz hipertrófica o queloide: es un tumor benigno, formado por haces de tejido fibroso sobre la dermis, que puede hialinizarse y suele estar recubierto por una capa delgada de epidermis.

Fases de cicatrización

Las fases de la cicatrización dependen del grado de la herida en la epidermis, ya sea ésta profunda o superficial.

Fase de lesión: todas las lesiones de tejido blando se presentan como resultado de la falla tensora de las fibras de colágeno. Existen factores determinantes en la posición de las fibras de un tejido dado, como:

- La orientación de las fibras.
- El número de uniones cruzadas en las fibras.
- La longitud de reposo.
- El área de corte transversal.

Los tejidos con depósitos lineales de colágeno (tendones) son mucho más rígidos que el tejido con una trenza intrínseca (ligamento cruzado anterior). La fuerza de los tejidos depende del antecedente de aplicación de tensión en ese tejido; asimismo, depende de la biomecánica de la fibra de colágeno que una tensión dada ocasione una lesión. Las fibras normales de colágeno, si se tensan hasta el punto de fallar, presentan características reproducibles. Al inicio, cuando se aplica tensión de colágeno, la deformación tisular excede el cambio en la tensión a medida que la fibra se orienta hacia la fuerza aplicada (tensión). Luego las fibras tienen un cambio lineal en la formación con la mayor tensión, que representa la gama funcional del tejido. Cuando se excede una fuerza dada, la deformación excede de nuevo en la tensión, se produce entonces la falla de las fibras.

Fase inflamatoria: constituye la tasa inmediata a la lesión, además es un fenómeno complejo, alcanza su pico alrededor del tercer día después de una lesión. La rotura de las fibras de colágeno y de los vasos sanguíneos conduce a hemorragias o a una respuesta humoral inmediata, la cual incluye la cascada de la coagulación; así como, la liberación de factores quimio tácticos y vasoactivos.

La formación de edema es resultado de la vasodilatación y de aumento en la permeabilidad vascular. En horas aparecen macrófagos que median la proliferación de fibroblastos, que son importantes en las fases de

reparación, debido a que producen colágeno nuevo. A los pocos días de la lesión aparecen los primeros signos de revascularización, en apariencia estimulada por la reducida tensión de oxígeno y el aumento de la acidez en la zona lesionada.

Fase de reparación: se observa un número creciente de fibroblastos en el área lesionada hacia el final de la fase inflamatoria, la función principal de los fibroblastos es producir microfibrillas de colágeno. El colágeno se sintetiza de forma similar a otras proteínas y la presencia de ácido ascórbico es vital para la formación de aquél.

Fase de remodelación: al terminar la reparación de las nuevas fibras de colágeno, se forman puentes en el área de la lesión, disminuyen mucho los síntomas clínicos, la red de colágeno es una estructura gelatinosa, desorganizada por completo, con muy poca resistencia a la tensión. El recambio de colágeno es máximo en este momento y el grado de fuerza dependerá de muchos factores, debido a que el incremento de fuerza de la herida que aparece con el tiempo se atribuye sobre todo a la nueva orientación de las fibras de colágeno hacia las líneas de tensión, aunque es probable que el desarrollo de uniones cruzadas desempeñe un papel importante. Se desconoce cómo se produce esta orientación, pero al aplicar pequeñas tensiones sobre la herida en cicatrización produce aumentos significativos en la fuerza, cuando se compara con las heridas inmovilizadas. La adquisición de fuerza en la herida es un proceso lento, se debe realizar una inmovilización temprana sin dolor con ejercicios graduados, con resistencia en pequeños incrementos y en todo caso estiramientos para aumentar la movilidad articular.

Injerto

Las heridas con una superficie de cubierta defectuosa se cerrarán por medio de un injerto de piel o colgajo.

El injerto es un segmento de la epidermis y dermis que se privó por completo de su aporte sanguíneo y del punto de unión del donante, antes de ser trasplantado a otra zona del organismo denominada **lecho receptor**. Los injertos de piel pueden clasificarse en:

- Autólogos.
- Homólogos.
- Heterólogos.

También llevan la denominación de injertos de piel de tipo “parcial o total”.

Injertos de espesor parcial: incluyen la epidermis y una porción de la dermis, el espesor de un injerto es algo muy relativo, debido a que el grosor real de la piel es muy variable, de acuerdo con factores como edad, sexo y la región del cuerpo que ocupa. Los cirujanos tienden a referirse a los injertos como: finos, intermedios o gruesos, según se coloque el espesor del dermatomo (entre 25 y 63 milésimas de milímetro), además se toma en cuenta lo traslúcidos que sean y el esquema hemorrágico del lecho donante.

Cuanto más delgado es un injerto de piel, mayor contracción durante los primeros meses después del trasplante. El injerto grueso de espesor parcial se contrae menos que el intermedio, mientras que el de espesor total su contracción es todavía menor.

El injerto fino de espesor parcial es más probable que superviva en el lecho receptor, debido a que el tejido que debe recibir su nutrición tiene un espesor pequeño de modo relativo; sin embargo, después de supervivir al cambio de sitio, no resiste el traumatismo de manera tan adecuada, como el grueso de espesor parcial o total. Por tanto, el fino de espesor parcial se toma de una zona hirsuta, además no permitirá el crecimiento de pelo después del trasplante, mientras que el grueso de espesor parcial, por lo general, contiene en su seno un número suficiente de folículos, como para permitir el crecimiento de pelo.

Injerto de espesor total: contiene la epidermis y el grueso total de la dermis del punto de origen, después del trasplante este injerto libre tiene mayor parecido a la piel normal en coloración, textura, crecimiento de pelo e imposibilidad de contraerse, que el injerto de espesor parcial. El injerto corriente de espesor total es relativamente pequeño, de modo que el lecho de donde fue obtenido puede cerrarse de manera habitual, libera y aproxima los bordes de la herida.

Indicaciones de los injertos: los injertos de piel pueden emplearse para cerrar cualquier herida del cuerpo, con un escaso aporte sanguíneo que dificulte el crecimiento del tejido de granulación, las excepciones más claras a esta regla las constituyen el hueso cortical denudado de su periostio, el cartílago denudado de su pericondrio, así como el tendón y el nervio denudado de su perineuro. La mayor parte de los injertos se emplean para recubrir de manera permanente una herida, aunque en algunos casos se aplican de modo temporal a una herida o injerto de

espesor parcial, para regular mejor y eliminar la infección, o para cubrir algún órgano vital. Por último, cuando ha desaparecido la infección y se ha hecho más pequeña la herida, por haberse contraído el injerto de espesor parcial, puede reemplazarse por un injerto de espesor total que aporte una cobertura más estable y adecuada.

Masaje

El masaje es una de las modalidades médicas más antiguas en el mundo, se cree que inicia desde que el individuo de manera instintiva se fricciona y aprieta cualquier punto doloroso de su cuerpo, se intenta aminorar el dolor provocado por la tensión, sugiere de este modo una terapéutica científica a base de teorías nacidas de este empírico arte de curar.

Si la expresión “dar masaje” significa palpar, friccionar o amasar, se puede definir el masaje como: “Complejo de maniobras aplicadas con un fin higiénico y terapéutico que parte de la superficie cutánea correspondiente a regiones dotadas de tejido blando.

Efectos del masaje

Mecánico: esta respuesta es provocada por la presión y los movimientos de la mano sobre el cuerpo y se manifiesta en la piel, la cual la libera de células en descamación o impurezas al facilitar las secreciones de glándulas sudoríparas y sebáceas.

Sobre la circulación, el masaje proporciona una fuerza adicional a las venas y vasos linfáticos, los ayuda en el vaciamiento mecánico y facilita el movimiento de sangre y linfa. Alivia la proporción de sangre en las venas y vasos linfáticos, gracias a esto se pueden reabsorber líquidos infiltrados y descongestionar o mejorar la nutrición de los tejidos.

También sobre el músculo, se convierte en un sustituto indispensable cuando el cuerpo es incapaz de hacer ejercicio, previene la atrofia muscular, ayuda a la actividad peristáltica en el sistema gastrointestinal y facilita la regulación, así como la evacuación del intestino grueso, la acción de la mano estimula la fibra muscular, la relaja y la calienta. Sobre las terminaciones nerviosas, con movimientos lentos y prolongados se disminuye la sensibilidad.

El masaje se clasifica de la siguiente manera:

- **Fisiológico:** se manifiesta en los diferentes aparatos del cuerpo humano,

como en el circulatorio, digestivo, muscular y urinario.

- **Psicológico:** el sistema del tacto es uno de los sistemas más sensitivos del organismo humano, desde la más tierna infancia los seres humanos responden de manera psicológica a ser tocados, un masaje bien aplicado influye en forma favorable sobre la psique del paciente.

Técnica de aplicación del masaje

Para aplicar un masaje se requiere conocer las estructuras anatómicas y funcionales. Un correcto masaje deberá cumplir los siguientes requisitos:

1. Limpieza rigurosa.
2. Uniforme cómodo.
3. Buena postura (actitud postural).
4. Lavado de manos riguroso.
5. Uñas cortas, suavidad de la piel y temperatura no menor a la del paciente.
6. Comportamiento adecuado.
7. Uso de lubricantes.
8. Cubrir con una sábana al paciente, a excepción de la parte a tratar.

Clasificación del masaje

Mennel clasifica los movimientos del masaje de la siguiente manera:

- Deslizamiento, roce o pases.
- Superficial.
- Profundo.
- Compresión o presión.
- Amasado.
- Fricción.
- Percusión.
- Macheteo (golpe ligero con el canto de la mano).
- Palmoteo.
- Toques digitales.
- Golpeteo.

Deslizamiento: para el deslizamiento de la mano, se coloca en la superficie del cuerpo y sólo se desliza; según su presión, puede subdividirse en:

Pases superficiales, que tienen como característica una presión ligera. Son un poco mayores a una caricia, para efectuarlos se requiere que los movimientos sean suaves, lentos y rítmicos.

Pases profundos o *effleurage*: la presión puede ser media o profunda, se le regula de acuerdo con el volumen de los tejidos por tratar.

Percusión: son una serie de golpes que se administran con cierta rapidez, se alternan ambas manos. Se clasifican, según la porción de la mano que percuta, en:

- **Macheteo:** se emplean los bordes cubitales de la mano abierta.
- **Palmoteo:** se utilizan las manos en forma de cuchara.
- **Toques digitales:** se efectúa con la yema de los dedos.
- **Golpeteo:** se realiza con los puños cerrados y se percute con el borde cubital de la mano.

Compresión: los movimientos de compresión se distinguen de los movimientos de deslizamiento en que la presión es intermitente, es decir, el movimiento se realizará alzando o comprimiendo los tejidos. La compresión se divide en:

Amasado o *pretrissage*: consiste en tomar el músculo o grupo entre los dedos y con ambas manos, para que así los tejidos sean levantados ligeramente, puedan ser comprimidos para luego ser liberados y con ello disminuyan la tensión.

Fricción: se ejecuta con la cara palmar de los dedos, la cual se mantiene en contacto firme con la piel y los tejidos superficiales, para moverse en círculos sobre el área a tratar. Cuando las regiones son mayores, puede utilizarse la región carpiana de la mano.

Masaje trasverso profundo o Cyriax: se realiza sobre la zona más álgida o cicatriz con el objetivo de producir un efecto inflamatorio controlado sobre la zona, para disminuir adherencias.

Masaje del tejido conjuntivo (método Dicke): se fundamenta en la acción delos arcos reflejos.

Masaje Shantala: es de origen indio se emplea para dar masaje a los bebés; movimientos con firmeza siempre de adentro hacia afuera y del centro hacia las extremidades. Ritmo lento y constante.

Dirección del masaje

La dirección deberá ser centrípeta (de distal a proximal o con dirección al corazón).

Indicaciones

El masaje por sí solo, es con poca frecuencia, la única medida terapéutica que debe utilizarse para curar una enfermedad.

1. Condiciones traumáticas subagudas y crónicas:
   - Contusiones.
   - Luxaciones.
   - Sinovitis.
2. Condiciones inflamatorias subagudas y crónicas de las articulaciones y músculos.
3. Enfermedades vasculares periféricas (enfermedades por insuficiencia circulatoria):
   - Varices.
   - Úlceras varicosas o áreas que las rodean.
   - Enfermedades del sistema nervioso.
   - Neuritis, neuralgias.
   - Parálisis cerebral infantil.
4. Cicatrices retráctiles y contracturas.
5. Obstetricia: puede ser útil para los calambres y edema.

Contraindicaciones

1. Padecimientos inflamatorios agudos y eruptivos de la piel.
2. Condición febril.
3. Estados traumáticos agudos de huesos, articulaciones y músculos.
4. Tumores.
5. Tuberculosis extrapulmonar.
6. Masaje abdominal y lumbar durante la menstruación y el embarazo: trombosis.

BIBLIOGRAFÍA

Field T, PeckM, Krugman S *et al.*: pediatrics: Burn injuries beneficit from massage therapy. Journal of Burn Care and Rehabilitation.

Published, 1998:241-244.
González Fraile L: Protocolo de Fisioterapia en quemados críticos. Fisioterapia, 2014.
López Domene E: El fisioterapeuta como miembro del equipo multidisciplinar de la Unidad de Grandes Quemados; Técnicas específicas de tratamiento, 2013.
Okhovatian F, Zoubine N: *Atención al paciente gran quemado: Análisis y discusión*. 2007.
Burns Simons M, King S, Edgar D: *A comparison between two burn rehabilitation protocols*. 2003.
Thibodeau GA, Patton KT: Occupational therapy and physiotherapy for the patient with burns: principles and management guidelines. Journal of Burn Care & Research, 1998.
Moore M, Dewey W y Richard R: Rehabilitation of the Burned Hand. En: Hand Clinical, 2009.

CAPÍTULO

13 Enfermedades frecuentes en fisioterapia

La **patología** es el estudio de las enfermedades en un amplio sentido, es decir, como proceso o estado anormal de causas conocidas o desconocidas. La palabra deriva de *pathos*: estado anormal duradero como producto de una enfermedad, significado que se acerca al de padecimientos y *logos*: tratado.

ENFERMEDADES DE ORIGEN GENÉTICO O CONGÉNITO

TORTÍCOLIS

El **tortícolis congénito** se debe al acortamiento o contractura unilateral del músculo esternocleidomastoideo. El acortamiento del músculo da origen a una inclinación de la cabeza hacia el mismo lado y hace que la barbilla se vuelva hacia el lado opuesto. Puede ser incapaz de girar la cabeza hacia el lado opuesto, más allá de la línea media, es evidente una tumoración en el esternocleidomastoideo, puede haber cierto grado de asimetría facial y en algunos casos asimetría craneal.

Etiología

La causa del tortícolis es desconocida, pero se proponen varias teorías. Una hipótesis común es la de una mala posición de la nuca en el útero, con la resultante isquemia local del esternocleidomastoideo.

Patología

El dato más constante es la fibrosis del músculo esternocleidomastoideo, que puede existir con tumor o sin él.

Diagnóstico diferencial

En todos los pacientes con tortícolis, pero sobre todo en los que no presentan tumor evidente del esternocleidomastoideo, el médico debe descartar los siguientes diagnósticos:

- Anomalías ortopédicas: Klippel-Feil, hemivertebras congénitas.
- Trastornos visuales como diplopía por estrabismo que origine tortícolis ocular.

Tratamiento

Objetivo

En un niño pequeño con poca contractura: evitar la contractura del músculo, la cual podrá originarse por la fibrosis de las fibras musculares. Cuando la contractura está ya establecida: el objetivo es conseguir

movimientos de la amplitud de la columna cervical.

Métodos

- Estiramiento pasivo.
- Corrección activa (estimular la rotación y flexión lateral).
- Al tomarlo en brazos, hay que hacerlo de manera que se le facilite girar la cabeza en dirección opuesta a la anomalía.
- Es mejor que duerma sobre uno u otro lado que en decúbito supino.
- El niño debe ser colocado en una posición que le estimule a girar la cabeza en la dirección precisa.

Tratamiento quirúrgico

Si la contractura persiste a pesar del tratamiento, el cirujano puede decidirse a practicar una tenotomía del esternocleidomastoideo. En general, se realiza justo por encima de la inserción del músculo a la clavícula.

Fisioterapia en el posoperatorio

Después de la cirugía, el niño debe permanecer acostado sin almohada, con una bolsa de arena para impedir que la cabeza retorne a una posición asimétrica. El cirujano debe prescribir una férula tipo chaqueta y casco, hasta que el niño pueda mantener la cabeza en la línea media.

Los estiramientos y la corrección activa comenzarán alrededor de 36 h después de la intervención, para mantener la longitud del músculo, cuya extensión se obtuvo en dicha intervención. Los estiramientos deberán ser suaves.

Pronóstico

Aunque la mayor parte de tortícolis se ve en lactantes, el comienzo de la deformidad puede producirse en cualquier momento de las primeras etapas de crecimiento. Hacia los seis meses de edad se corrige, en muchos de los casos. Si la contractura persiste, el cirujano debe practicar una tenotomía del esternocleidomastoideo y de los tejidos rígidos adyacentes para evitar secuelas.

ESCOLIOSIS

La curvatura lateral de la columna vertebral (escoliosis), debido a anomalías congénitas de la columna vertebral y de los tejidos relacionados, varía con amplitud tanto en su gravedad como en su pronóstico. La ausencia de formación de la mitad del cuerpo vertebral (hemivertebra), da origen a una corta y relativa incurvación leve que por encima, y por debajo suele compensarse bien gracias a la columna vertebral normal.

Cuadro clínico

- Dolor a nivel dorsal y lumbar.
- Desnivel en la curvatura pélvica o escapular.
- Evidencia física de la desviación de la columna.
- Signo cresta-valle positivo (en la flexión del tronco se aprecia una depresión escapular del lado contrario de la curvatura y en aumento del lado ipsolateral).
  - **Maniobra de Adams**: el paciente flexiona el tronco hacia adelante con lentitud con el tronco relajado y los brazos colgando a los costados, observándose un lado de la espalda más elevada que el otro (signo de cresta valle) y la pierna contra lateral más elevada.
- En los cuadros graves hay presencia de giba (joroba).

Tratamiento

- Aplicación de calor local.
- Electroestimulación del lado contrario a la curvatura.
- Ejercicios de Williams e higiene de columna.
- Masoterapia (relajación).

Objetivos:

1. Prevenir la progresión de la curva.
2. Evitar el deterioro de la función pulmonar.
3. Prevenir trastornos de la función pulmonar.

Los resultados del tratamiento dependen del diagnóstico temprano, el mejor momento para corregir las deformidades es la etapa de crecimiento.

La práctica de ejercicios para la espalda son benéficos y útiles para corregir la postura, pero para la escoliosis también se recomienda el empleo de prótesis como el aparato de Milwakee, el cual pueden corregir de manera satisfactoria la progresión de una curva en alrededor de 70% de

los casos.

Las anomalías congénitas múltiples de la columna vertebral y de las costillas, en las cuales habría que incluir las hemivertebras múltiples, la fusión asimétrica de los cuerpos vertebrales y la ausencia o fusión de las costillas, con poca frecuencia presentan una distribución equilibrada para dar origen a una escoliosis congénita grave y progresiva que va en constante aumento a medida que el niño crece. La escoliosis congénita grave y progresiva necesita un tratamiento quirúrgico precoz, que lleva consigo la artrodesis espinal, incluso en los niños en crecimiento, para poder prevenir la deformidad extrema. Sin embargo, puede ser difícil predecir el pronóstico de escoliosis congénita en cualquier niño, por tanto, para elegir la forma más apropiada de tratamiento se necesitan repetidos exámenes clínicos y radiográficos a intervalos regulares.

Es posible realizar para la valoración predictiva de la gravedad de la escoliosis mediante mediciones radiológicas como Risser-Ferguson o Cobb-Lippman (figura 13-1).

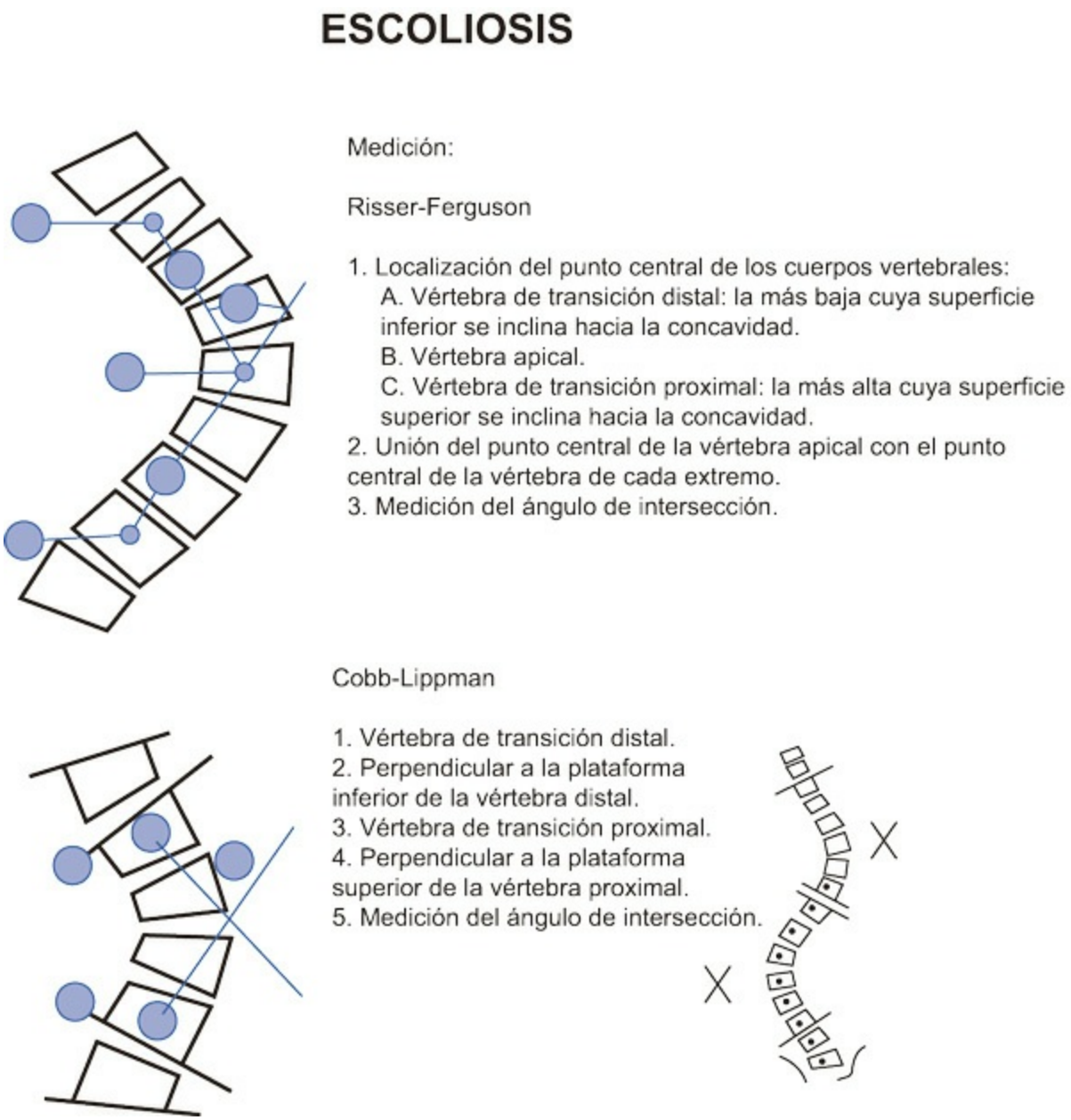


Figura 13-1. Mediciones radiológicas: Risser-Ferguson o Cobb-Lippman. Cortesía de Fernando Lois Rey.

ESPONDILOLISTESIS O LISTESIS VERTEBRALES.

Son aquellos desplazamientos que se producen entre un cuerpo vertebral y otro cuerpo vertebral. Pueden ser:

- Anterior: anterolistesis.
- Posterior: posterolistesis.

Se pueden producir por fallos congénitos poco frecuentes, y de frecuencia mayor cuando se presenta un fallo de los ligamentos de unión intervertebrales o por fallo de la retención de la apófisis espinosa. Las artrosis degenerativas, sobresfuerzos, traumatismos.

La mayor incidencia de presentación es a nivel de la zona lumbar L4-L5 aproximadamente en un 82%, la clasificación que realiza Meyerding las expresa en grado bajo y grado alto.

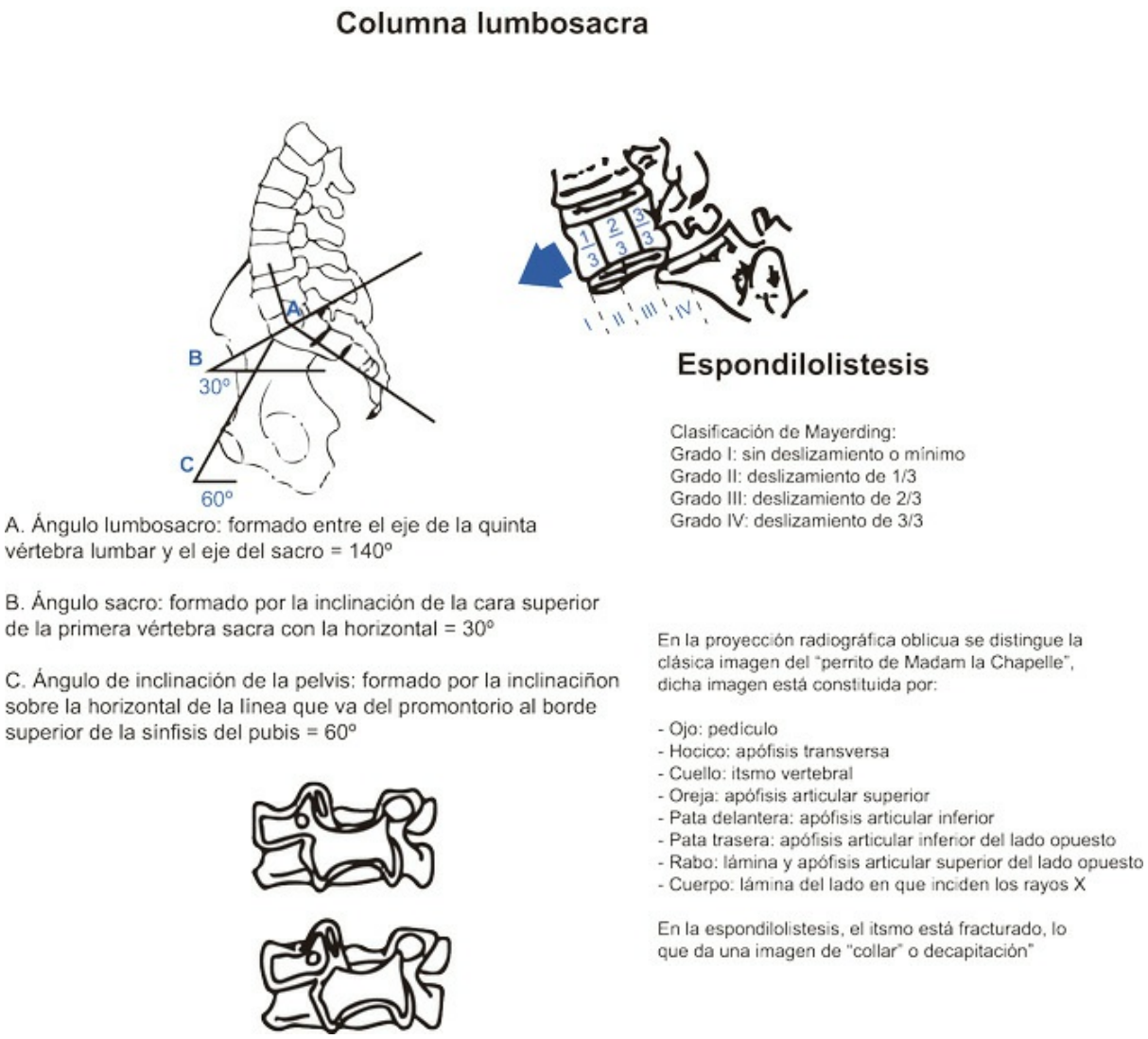


Figura 13-2. Mediciones radiológicas para definir grados de espondilolistesis e identificación de cuerpos vertebrales en una radiografía en proyección lateral. Cortesía de Fernando Lois Rey.

ESPINA BÍFIDA

Son anomalías congénitas, defectos del desarrollo en la forma o función del cuerpo que están presentes en el momento del nacimiento. Pueden

variar en extensión y gravedad, localizadas o generalizadas. La incidencia de dichas anomalías detectables al nacer es de 3%. La incidencia de anomalías detectables al año en México es de 6%.

Etiología

La anomalía congénita de la columna vertebral incluye varios grados de cierre óseo incompleto en uno o más arcos neurales. Es más frecuente en la región lumbosacra, debido a que es la última parte que se cierra.

Lo más significativo de esta anomalía no es el defecto óseo, sino el déficit neurológico que con frecuencia se acompaña, por el desarrollo anómalo de la médula espinal (mielodisplasia).

Puede producirse por defectos genéticos (dominantes o recesivos), autosómicos (dominantes ligados a cromosomas X y mutaciones), ambientales, teratogénicos (rubéola o thalidomida), origen multifactorial (por predisposición genética y ambiente combinados). Los signos y síntomas pueden variar, pero se observan:

- Desequilibrio muscular leve, pérdida sensorial en los miembros inferiores, hasta paraplejía completa.
- Deformidades neurógenas y de úlceras tróficas en miembros inferiores.
- Incontinencia vesical e intestinal.
- Algún tipo de pie zambo.
- Luxación de cadera.

Durante la infancia pueden aparecer otras deformidades musculares, las cuales aumentan la gravedad del padecimiento.

Tipos de espina bífida

- **Espina bífida oculta:** es la más leve, sin mayores manifestaciones externas, sólo se detecta por rayos X. Con poca frecuencia se relaciona con déficit neurológico. Algunas manifestaciones externas son: un hoyuelo, una placa pilosa, zona pigmentada o un hemangioma. Su forma más complicada puede cursar con un espolón en la línea media que divide a la médula, o una neoplasia, un quiste dermoideo un lipoma que se localice en el interior como en el exterior del conducto. El déficit neurológico puede estar desde el nacimiento o presentarse en los años siguientes del crecimiento.

- **Espina bífida con meningocele**: las meninges pueden escapar por el defecto mayor de los arcos neurales, recubiertos de piel normal que contiene LCR y algunas raíces nerviosas. La médula queda dentro del conducto, no existe o es escaso el déficit neurológico al nacer. Sin embargo, alguna manifestación cutánea externa puede desarrollar un déficit neurológico gradual, durante los siguientes años de crecimiento.
- **Espina bífida con mielomeningocele:** anomalía grave donde la médula espinal y las raíces nerviosas están implicadas. Los músculos y la grasa subcutánea son deficientes, además la piel que los recubre es delgada y translúcida. En casos graves puede faltar la piel, entonces el cordón se halla cubierto por aracnoides y la duramadre, o sólo la aracnoides.

Se relaciona con déficit neurológico grave que incluye incontinencia de esfínteres, pérdida motora y sensorial. Cuando implica raíces, la parálisis resultante es fláccida y la afectación de la médula espinal da origen a parálisis espástica. Esta última puede ser una mezcla de parálisis fláccida y espástica. En la mitad de los casos coexiste hidrocefalia como complicación.

- **Espina bífida manifiesta:** es el grado más grave. Ni siquiera la piel y la duramadre se cierran sobre el tubo neural, entonces el cordón espinal y las raíces nerviosas están expuestas por completo. La complicación mayor, la cual puede llevar a la muerte en el transcurso del primer año es una infección.

Diagnóstico

- **Prenatal**: amniocentesis, estudia el líquido amniótico desde el punto de vista bioquímico y citogenético. Se presenta el nivel de fetoproteína. Se realizan ultrasonido y fetoscopia.
- **Posnatal**: estudios neurológicos adecuados.

Tipos de lesión

- **Tipo natal**: pérdida completa de la función de la médula espinal por debajo de un cierto nivel segmentario. Da como resultado la pérdida sensitiva, así como la ausencia de reflejos. Existen deformidades con alteraciones del balance muscular que dependen del nivel de lesión.
- **Tipo 2**: relacionada con interrupción de tractos corticospinales. Hay

preservación de actividad pura refleja en segmentos distales aislados.

Debajo del nivel de compromiso de la médula espinal hay un segmento de parálisis flácida, pérdida sensitiva y refleja, debajo de este nivel existe función medular aislada con actividad refleja y espasticidad. Puede haber clonus de dedos de pie.

La **característica flácida** está instalada. Hay transección virtual completa de la médula espinal, sólo con actividad refleja por debajo de la lesión.

Transección incompleta de vías largas: se presenta paraplejía espástica con cierta preservación del movimiento voluntario y sensibilidad. Puede haber un pequeño grupo llamado hemimielomeningocele, el cual presenta una pierna más o menos normal y la otra puede estar afectada.

Tratamiento

El tratamiento requiere la actuación de un equipo de trabajo compuesto por un neurólogo, un neurocirujano, un ortopedista, un pediatra y un terapista físico. En ocasiones, y según el caso, se ha demostrado que es correcta la cirugía de la protuberancia quística y en otros casos, que un cierre precoz puede dar beneficios en primeras instancias y, después, provocar mayor deterioro neurológico, por ello, los criterios de cirugía se deben analizar de manera individual.

La rehabilitación tiene un gran papel en el tratamiento, debido a que se dirige a trabajar en el desarrollo neurológico como en la prevención o el tratamiento de las deformidades y deficiencias de estos pacientes.

La rehabilitación actuará sobre:

- **Pie equino varo aducto:** para evitar inversión y plantiflexión, por medio de faja de óxido de cinc o un entablillado. Además, se realizará estiramiento de tendones afectados. Conforme se realiza el crecimiento, se podrá considerar la cirugía para fijaciones articulares o transposiciones tendinosas o tenotomías.
- **Rodilla:** estiramiento pasivo y entablillado para movilizar rodilla, y lograr la excursión del movimiento pasivo.
- **Cadera**: se encontrará sobre todo subluxación, displasia o luxación, en esta última hay criterios de cirugía siempre y cuando se presente la posibilidad de que va a caminar, si no, se evita. Si se puede reducir, se le practicará la maniobra adecuada, en caso contrario, se aconseja dar una

inmovilización, un entablillado o tenotomía aductora. Se utilizarán los estiramientos pasivos.

Objetivos de la rehabilitación

- Evitar cualquier deformidad presente; así como evitar se desarrollen nuevas deformidades.
- Mejorar los movimientos que estén presentes.
- Fortalecer los músculos afectados.
- Ejercitar los músculos sanos para mejorar la circulación.
- Enseñanza de los diferentes decúbitos (girar, gatear, sentarse y después, caminar).

El terapista debe realizar:

- Movimientos pasivos con toda la amplitud del movimiento, en todas las articulaciones (dedos de pie, articulación dorsal, tobillos, rodillas, caderas), para estimular la circulación que los niños normales adquieren con el pataleo.
- Evitar posiciones defectuosas, flexión de caderas y rodillas, alinear los segmentos y utilizar de preferencia la posición prona. También evitar estiramiento de flexores de cadera, pues ello puede provocar una lordosis exagerada.
- Si existe sensibilidad, utilizarla para estimular los movimientos.
- Movimiento de miembros inferiores, fortalecer cintura escapular, pues dependerá de ellos hacer cargas de peso.
- Estimular el desarrollo neurológico normal. Para que en su momento gire, gatee, se siente, se hinque o se ponga de pie.
- Es recomendable la terapia de juego: pelotas, sonidos, colores y juguetes que causen la atención y el empleo de miembros sanos. Utilizar rampas, toboganes y tablas de deslizamiento, estimula el equilibrio y el deslizamiento del cuerpo.
- Ejercicios contra resistencia para fortalecer los músculos inervados.
- En caso de espasticidad, utilizar métodos similares a los de parálisis cerebral infantil.
- Cuando el paciente esté capacitado para la ambulación, se requerirá valorar la ortesis adecuada, de acuerdo con el nivel de lesión, puede ser con apoyo torácico, lumbar o ambos, la posición de pie facilitará la circulación, la función renal y la postura.
- Iniciar una marcha saltatoria, que mejorará con el empleo posterior de

bastones o muletas. La marcha por balanceo ofrece movimientos largos, pero debe ser supervisada por los padres y un terapista físico, para evitar lesiones en las articulaciones.

- En casos graves, se utilizará silla de ruedas. El terapista físico realizará el entrenamiento específico, hará hincapié en las transferencias y el alivio de la presión.

Manejo de la columna

El problema en la columna es la deformidad más común, con un pronóstico desfavorable. Todas las curvas son progresivas, sobre todo en la adolescencia. No son raras las hemivertebras o la fusión entre ellas, que da un crecimiento anormal y curvatura creciente. En casos de espina bífi da abierta, se presenta pérdida de estabilidad y provoca cifosis. Las curvas paralíticas que se dan por anormalidades estructurales, aunado a parálisis más comunes son: lordoescoliosis y cifoescoliosis. Su tratamiento es con: corsés, o intervenciones quirúrgicas con colocación de barras de Harrington.

Manejo de la piel

Se toma en cuenta que es una piel anestésica, debe cuidarse de la fricción, presión por zapatos o aparatos inadecuados o líquidos calientes para evitar ulceraciones. Esta piel es susceptible a lesionarse por excesiva presión, circulación deficiente, microclima de piel mojada por orina y heces, tejido cicatrizal con escasez de tejido subcutáneo. Es necesario estimular cambios de posición, buena higiene, ajuste adecuado de ortesis, manejo de vejiga e intestino neurogénico.

PIE EQUINOVARO

El pie equinovaro-aducto también se conoce como pie zambo o pie Bott. Se sabe que ésta es la anomalía congénita de los pies que se presenta con mayor frecuencia. El pie está en flexión plantar a nivel del tobillo, invertido en aducción a nivel de las articulaciones astragalocalcánea y mediotarsiana. En los casos graves, las deformidades pueden quedar fijas y los pies prácticamente inmóviles. En los casos moderados, el pie puede ser móvil de manera relativa, pero con dificultades para eversión y dorsiflexión. Esta deformidad puede presentarse en pacientes, por lo

demás normal, pero también se relaciona con otras deformidades asociadas con artrogriposis congénita múltiple. La causa del defecto es desconocido y se esbozan diversas teorías. Browne (1936) sugirió un aumento de presión intrauterina, Wynne-Davies (1964) dijo que los factores etiológicos eran quizá genéticos y ambientales, otros consideran que se trata de una anomalía neuromuscular congénita.

Tipos

La deformidad puede dividirse en dos grupos: 1) Postural: donde no hay anomalía ósea o articular. 2) Ósea: en la cual existe anomalía del hueso mismo, con mal posiciones de las articulaciones y anomalías de los tejidos blandos.

Deformidad

En los casos de grave deformidad, el pie afectado tiene una dimensión menor que el sano. El talón suele ser pequeña y mal desarrollada, la pantorrilla delgada, además de escaso desarrollo de los músculos gemelos. El astrágalo aparece prominente en el dorso del pie. La piel de la cara interna está arrugada y la de la cara externa está tensa. El dedo gordo puede estar en abducción, separado de los otros dedos. El pie quizá esté tan distorsionado que su borde interno contacte con la cara interna de la pierna. Se puede apreciar el grado extremo de flexión plantar con contractura del tendón de Aquiles. El grado de inversión y aducción se observa en la cara plantar, se aprecia que el pie está curvado como un plátano. El pie con deformidad postural en equinovaro puede ser de tamaño y curvatura relativamente normal, sólo se mantiene en una posición equinovara.

Pronóstico

La mayor parte de los casos posturales de pie equinovaro se corrigen de manera conservadora, sin ninguna complicación. Sin embargo, muchos casos estructurales muestran una tendencia a recidivas a pesar del tratamiento. Esto quizá se deba a que no se corrigió por completo la deformidad. Si la deformidad no se trata, o se trata de modo inadecuado, se desarrollan deformidades óseas secundarias a medida que el niño crece. La relación entre las superficies articulares se altera, las articulaciones

astragalina y calcaneocuboidea se ven en particular afectadas en su disposición. Por último, el niño hace que su peso apoye sobre el borde lateral del pie, esto produce hiperqueratosis dolorosas bajo los bordes cuboides y cuneiforme. Se toman fotografías de los pies del niño antes de comenzar el tratamiento y a intervalos frecuentes, hasta la rehabilitación final.

Tratamiento

Tratamiento físico

Un tratamiento conservador consiste en movilización y aplicación de férulas. Debe comenzar lo antes posible, luego del nacimiento del niño. Cabe recordar que la deformidad se mantendrá en el niño sujeta a los mecanismos del crecimiento y desarrollo.

Movilización

Esta técnica se basa en la necesidad de mover el pie y corregir la deformidad. Es probable que sea más efectiva que las rígidas formas de férulas utilizadas en algunas ocasiones.

Equilibrio

Es la capacidad para conservar la orientación del cuerpo y sus partes en relación con el espacio. Depende del abastecimiento continuo de información visual, del laberinto óseo (cuadro 13–1) y propioceptiva, así como su integración en el tallo cerebral y cerebelo. Los tipos de equilibrio son los siguientes:

Cuadro 13–1. Laberintos que intervienen en el equilibrio

Laberinto óseo	Laberinto membranoso
Vestíbulo. Sección central del laberinto óseo, las ventanas oval y redonda, son aberturas del oído medio hacia éste, los conductos semicirculares también se abren al vestíbulo	Utrículo. Contenido en el vestíbulo, suspendido gracias al líquido llamado endolinfa, separado también por la perilinfa. Posee la mácula que percibe las posiciones y movimientos de la cabeza, aceleración y desaceleración. El nervio vestibular (rama del VIII nervio craneal) abastece la mácula
	Sáculo. Contiene endolinfa y la mácula
Caracol. Tubo óseo espiral	Conducto coclear. Contiene endolinfa y el órgano de Corti, órgano del sentido de la audición, el nervio coclear abastece al órgano de corti. Está separado del caracol óseo por la escala vestibular y la escala timpánica, espacio que contiene perilinfa

Conductos semicirculares. Son tres conductos que se encuentran en ángulo aproximadamente recto entre ellos	Conductos semicirculares. Separados de los semicirculares óseos por perilinfa, contienen endolinfa y la cresta, órgano del sentido del equilibrio, percibe movimientos de la cabeza, el nervio vestibular abastece a la cresta

- **Equilibrio estático.** Mantenimiento de la postura del cuerpo, en especial la cabeza, en relación con la fuerza de gravedad.
- **Equilibrio dinámico.** Mantenimiento de la posición del cuerpo en respuesta a movimientos bruscos como: rotación, aceleración o desaceleración.
- **Sentido del equilibrio.** Es función del vestíbulo y conductos semicirculares. La membrana que reviste a estas estructuras está provista de cilios sensoriales que comunican con el nervio vestibular. El movimiento de la endolinfa estimula los cilios, éstos transmiten los impulsos a la rama vestibular del nervio auditivo y los hacen llegar al cerebelo donde se integra la información y la respuesta.

QUISTES ARACNOIDEOS

Los quistes aracnoideos son líquido cefalorraquídeo cubierto por células aracnoideas que pueden desarrollarse en el cerebro o en la médula espinal. Se trata de una enfermedad congénita y, en algunos casos, puede no presentar síntomas; sin embargo, si es un quiste grande, los síntomas pueden incluir dolor de cabeza, convulsiones, ataxia (ausencia de control muscular), hemiparesia y entre otros.

FIEBRE MEDITERRÁNEA

Existe una enfermedad de predominio en la región mediterránea que se caracteriza por la aparición de fiebre, dolor articular y afectación de una o más serosas, como el peritoneo o la pleura. Se da en miembros de una misma familia y se hereda siguiendo un patrón recesivo. Esta enfermedad recibe el nombre de fiebre mediterránea familiar. La fiebre mediterránea familiar es una enfermedad con herencia autosómica recesiva debida a una mutación de la región más extrema del brazo largo del cromosoma 16.

Predomina en la región mediterránea, de ahí su nombre, sobre todo entre los varones jóvenes entre 5 y 15 años. La causa de esta mutación es desconocida, pero se plantean diversos desencadenantes posibles como agentes infecciosos, alteraciones inmunológicas o de las catecolaminas. En los tejidos afectados, si se analizan al microscopio, se observa un infiltrado

de leucocitos polimorfonucleares.

La fiebre mediterránea familiar cursa en forma de brotes periódicos que se producen una o dos veces al mes y que no siguen ningún tipo de patrón de aparición. Los brotes suelen durar entre 24 y 48 h. Los pacientes presentan:

- Fiebre elevada: incluso de hasta 40º C, acompañada de escalofríos y diaforesis. Suele ceder de manera brusca.
- Dolor abdominal: se produce hasta en 90% de los casos. Se inicia a nivel del hipocondrio derecho o la fosa ilíaca derecha y luego se extiende al resto del abdomen, con distensión abdominal y ausencia de peristaltismo. El dolor se irradia a los hombros o hacia la espalda, se acompaña de náuseas y vómitos y se debe a la irritación del peritoneo. Alcanza su cénit entre las 6 y 12 h y desaparece entre 24 a 48 h.
- Dolor torácico: secundario a la pleuritis, la inflamación de la pleura, en ocasiones acompañado de derrame y roce pleurales. Suele ser unilateral y asociarse a irritación peritoneal. Remite entre 24 a 36 h y con poca frecuencia se asocia a pericarditis.
- Dolor articular: puede presentarse de forma aguda, hecho que es más frecuente, con inflamación de una sola articulación o bien como oligoartritis asimétrica, en especial, en las grandes articulaciones de las extremidades inferiores. La artritis aguda de la fiebre mediterránea familiar suele durar entre 5 y 6 días, presenta una sinovitis exudativa y se acompaña de fiebre alta. Otra forma de presentación es la artritis crónica, en forma de monoartritis u oligoartritis con una impotencia funcional al intentar movilizar de forma pasiva las articulaciones del paciente. Afecta en principio a las caderas y puede degenerar en una necrosis ósea.
- Lesiones cutáneas: se dan en una tercera parte de los pacientes en forma de eritema localizado, en especial, en piernas y dorso del pie. Son placas eritematosas, calientes y dolorosas que se acompañan de fiebre elevada y dolor articular.

SÍNDROME DE DOWN

Es un padecimiento de naturaleza genética. Es la presencia de material genético extra en el cromosoma 21, lo lleva el óvulo que será fecundado, es decir, que se poseen 47 cromosomas. Cuando se presenta, son personas con falla en su desarrollo físico y mental. Se acompaña de múltiples malformaciones, así como predisposición a otros tipos de enfermedades,

sobre todo en la primera infancia. Llamada también trisomía 21, trisomía G1 o mongolismo. Puede ser de tres tipos:

- Trisomía regular: se presentan tres cromosomas 21, los cuales están perfectamente separados.
- Traslocación cromosómica: un cromosoma no se separa y permanece unido al otro cromosoma 21 (se encuentran unidos entre sí). Cuando se presenta este caso es conveniente estudiar a los padres, debido a que uno de ellos es el portador y aumenta el riesgo de tener otro hijo afectado.
- Mosaicismo: algunas de las células portan la trisomía 21 y el resto están sanas, es decir, llevan dos cromosomas 21, lo cual significa que son normales. Sólo la traslación cromosómica puede considerarse hereditaria.

Factores predisponentes

- Madres menores de 18 años o mayores de 35 años, de 15 a 40%.
- Cuando ya se tuvo un hijo con padecimiento, 10%.
- Cuando se presenta la traslocación cromosómica, 10% si es el padre, 30% si es la madre.
- Si existen parientes con el padecimiento 5%.
- Cuando la madre recibe radiaciones en etapas tempranas del embarazo, 5%.

Diagnóstico

Prenatal. Se puede detectar en la semana 14 de la gestación. Se toma una muestra de líquido amniótico y de las células contenidas en éste, esto se envía para hacer un estudio de cariotipo. Durante el embarazo, cuando se tiene amenaza de aborto durante los tres primeros meses (polihidramnios), hay mayor cantidad de líquido. En los casos oligohidramnios, hay menor cantidad de líquido. Puede haber menor movilidad del producto. Tamaño pequeño del producto.

Posnatal. En este caso hay dificultad para respirar. Flaccidez (debilidad y poca movilidad). Color de piel cianótica o reticular (piel marmórea). Peso bajo al nacer. Llanto débil.

La sintomatología en el recién nacido ser caracteriza por:

- Ausencia del reflejo de Moro.
- Hipotonía muscular.

- Perfil facial aplastado.
- Aberturas palpebrales oblicuas.
- Pabellones auriculares displásicos.
- Piel de la nuca redundante.
- Pliegue de simio típico o atípico en palmas de las manos.
- Hiperflexibilidad tendinosa.
- Pelvis displásicas.
- Displasia de la falange media del quinto dedo de las manos.

En lactantes y niños mayores:
- Pliegue de simio en palmas de las manos.
- Dedo meñique corto.
- Manos cortas.
- Hiperflexibilidad tendinosa.
- Aberturas palpebrales oblicuas.
- Epicanto.
- Lengua escrotal.
- Irregularidad en la implantación de dientes.
- Paladar alto y estrecho.
- Occipucio aplanado y braquicefalia.

Dentro de otras características destacan: la estatura, que en estos pacientes es por debajo de lo normal, existe un daño importante del SNC, lo cual se reconoce en un retraso en el crecimiento y desarrollo. Necesitan más de cinco meses para comenzar a sostener la cabeza, caminan después de los dos años de edad, hablan años después, su movilidad es limitada, permanecen en una sola posición, el control de los esfínteres tarda en adquirirse, pueden aprender habilidades como tomar objetos, dibujar, escribir e incluso leer.

Pueden presentar otro tipo de malformaciones: cardiacas (persistencia de conducto arterioso), aparato digestivo, respiratorio, urinario, sistema inmunitario deficiente, por esta razón, con frecuencia se afectan de rinofaringitis, bronquitis, neumonías, diarreas, parasitosis, infestaciones por hongos, infecciones de piel y riñones. Pueden padecer luxación de cadera por anormalidad de ésta, así como diabetes mellitus, pueden presentar leucemia y quizá haya ácido úrico elevado. El deterioro intelectual depende de la gravedad del daño. Es un tipo de retraso mental que por mucho tiempo se le denominó “idiocia furfurácea”.

Tratamiento

Es un padecimiento no curable, pero hay que plantear los siguientes objetivos:

- Controlar el padecimiento.
- Evitar daños mayores.
- Favorecer el desarrollo potencial heredado.
- Integrarlo a la familia y a la sociedad.

Debido a que en estos pacientes hay una falla en la maduración, primordialmente de los sistemas musculosquelético y nervioso central. El tratamiento puede realizarse por medio de un programa de estimulación múltiple temprana: ejercicios, estímulos auditivos, táctiles, que tiene por objeto iniciar actitudes que, aunque limitadas, los ayude a desenvolverse.

- Los ejercicios deben realizarse, de preferencia, dos veces al día.
- De acuerdo con la edad y estado de salud.
- A determinada hora del día, se aconseja antes del baño.
- En determinado número de días.

Para estimular el gusto: cuando se autorice, se emplean sabores variados (sin sabor, poco dulce, dulce, muy dulce, poco amargo, amargo, otros), y así aprenden a diferenciar intensidades y sabores.
Para estimular el oído: caja musical, hablarle continuamente cara a cara, escuchar música, cantarle.
Para estimular la visión: globos, colores, juguetes de diferentes texturas y figuras.
Para estimular el tacto: acariciar, tomar sus manos, objetos de diferentes formas y tamaños.
Para estimular el olfato: utilizar diferentes olores, agradables y desagradables.

SÍNDROME DE MARFAN

El tejido conjuntivo es un tipo de tejido del organismo con diversas presentaciones que se encarga de dar fijación y sostén a los órganos del cuerpo humano, limitando los compartimientos de las células especializadas que conforman los tejidos y los órganos, y estableciendo el

espacio por el cual trascurren las estructuras vasculares y nerviosas que irrigan e inervan dichos órganos. Este tejido está formado por muchas fibras de mayor o menor elasticidad, según cuál sea su función.

La enfermedad se produce a raíz de una alteración en el gen *FBN1*, localizado en el cromosoma 15, y que codifica la formación de una proteína, la fibrilina-1, que forma parte del tejido conectivo. Al producirse una alteración en esta proteína, las fibras que se crean son más rígidas, pierden elasticidad, de manera que para compensar, las fibras se alargan de forma desmesurada. Existen tres formas del síndrome de Marfan:

1. **Neonatal:** se detecta en la ecografía del segundo trimestre una insuficiencia de la válvula tricúspide del corazón y los recién nacidos suelen fallecer en poco tiempo a causa de una insuficiencia cardiaca.
2. **Infantil:** en su mayoría se produce una dilatación de la aorta.
3. **Clásica:** es la más frecuente. Los pacientes que presentan la forma clásica del síndrome de Marfan son personas altas y delgadas, más de lo habitual para la edad que tienen y por encima de la media poblacional. Tienen un rostro alargado y enjuto, con una mandíbula pequeña (micrognatia) y un paladar ojival. Presentan manos con dedos muy largos y estrechos, lo que se denomina aracnodactilia. Tanto brazos como piernas son en extremo largos y laxos en sus articulaciones (salvo con frecuencia en los codos). Presentan un tórax excavado o al contrario, protruyente (en quilla), suelen tener pies planos con unos dedos también largos y laxos de forma exagerada.

A nivel interno pueden presentar diversas alteraciones cardíacas, principalmente dilatación de la aorta o prolapso de la válvula mitral.

En ocasiones pueden sufrir dolores radiculares, que siguen el recorrido de una raíz nerviosa, por alteraciones de la duramadre, una de las meninges que recubren el encéfalo y la médula espinal. No se asocia a retraso mental ni del aprendizaje. No tiene tratamiento; lo que se busca es tratar de forma aislada las posibles alteraciones que los pacientes puedan presentar, en especial a nivel cardiovascular y oftalmológico. Al tratarse de un síndrome hereditario no existen medidas preventivas.

ENFERMEDAD DE POMPE

La enfermedad fue descrita por primera vez por el médico holandés J.C. Pompe en el año 1932. Se estima que la padece uno de cada 138 mil niños

nacidos vivos y en su forma adulta presenta una incidencia de una de cada 57 mil personas.

Esta enfermedad afecta principalmente a los músculos y el corazón, dañando a su funcionamiento. Tiene una forma infantil (aparece antes de los tres años) y otra adulta (el primer síntoma es dificultad para caminar y ponerse de pie). El tratamiento esencial se basa en el control de los síntomas.

Los lisosomas son unas partes de las células que acumulan en su interior una serie de enzimas que digieren las sustancias externas a la célula para obtener beneficio de ellas o degradarlas, como por ejemplo la glucosa. Una de las enzimas que se halla en el interior de estos orgánulos es la α-1, 4-glucosidasa ácida, que se encarga de romper el glucógeno, una cadena de múltiples moléculas de glucosa, en unidades sueltas aprovechables para la célula que se acumulan en el lisosoma.

En la enfermedad de Pompe se da una alteración genética que conlleva un déficit de esta enzima. El gen que codifica esta enzima es el gen GAA y se encuentra localizado en el cromosoma 17, en concreto en la región 17q23. Esta alteración genética se hereda de manera autosómica recesiva; es decir, se necesita que las dos copias del gen GAA estén alteradas para que se manifieste la enfermedad. Al haber escasa o nula presencia de esta enzima el glucógeno se acumula en los lisosomas sin ser degradado, los lisosomas crecen y alteran el funcionamiento normal de las células y seguido del tejido y los órganos donde se encuentran.

En su forma infantil, la presencia de la enzima es inferior a un 1%, y en la adulta, que se presenta más tarde y con algo de presencia de la enzima, alrededor de un 40% de lo que sería normal en individuos sanos.

La enfermedad de Pompe en su forma infantil, los síntomas se manifiestan antes de los tres meses de edad y existe un riesgo elevado de muerte durante los dos primeros años de vida. El 96% de los niños afectados presentan un bajo tono muscular (hipotonía), no logran sostener la cabeza erguida o mantener una posición erecta. Los músculos faciales de estos niños son flácidos, de manera que sus rostros son poco expresivos. Tienen difi cultades para la succión, con frecuencia las lenguas son grandes (en un 62% de los casos), debido a la acumulación de glucógeno en las células musculares de la lengua, también se altera la respiración por afectación de la musculatura intercostal, un aumento del tamaño hepático en un 82% de los casos y unos reflejos osteotendinosos disminuidos o abolidos por completo.

Cuando la enfermedad se manifiesta en la edad adulta es porque existe algo de actividad de la enzima α-1, 4-glucosidasa ácida, de manera que los síntomas no aparecen hasta que esta se agota. Cuanta más actividad enzimática haya, más tarde comenzarán los síntomas y, por el contrario, cuanto antes se den los síntomas, peor será el pronóstico. En los adultos suele comenzar como una dificultad para caminar, para subir escaleras y para ponerse en pie. La debilidad que notan es sobre todo a nivel de las extremidades inferiores y del tronco, respetando en general los brazos y el cuello.

Estos pacientes, al igual que en la forma infantil, tiene un tono muscular bajo, así como unos reflejos también disminuidos. La afectación de la musculatura de la espalda conlleva alteraciones de la columna, lo que suele causar lumbalgia o dorsalgia. La afectación de la musculatura respiratoria hace que estos pacientes adquieran de manera progresiva una dificultad para respirar (disnea), llegando a ser necesario a la larga el aporte artificial de oxígeno. Estos pacientes presentan ortopnea, un aumento de la dificultad respiratoria al estar acostados, y deben dormir con varias almohadas o incluso incorporados. A la larga, estos pacientes pueden tener también dificultad para masticar los alimentos y tragar, lo que aún los debilita más. Igual que los niños, pueden presentar hepatomegalia, un aumento del tamaño del hígado. En ninguno de los casos, ni en niños ni en adultos, existe afectación de las capacidades intelectuales.

El tratamiento esencial de esta enfermedad es el del control de los síntomas que pueden acentuar las alteraciones cardíacas, musculares y respiratorias, siendo preciso en ocasiones el uso de oxigenoterapia o en los adultos ayudas para la movilidad.

MIOTONÍA CONGÉNITA (ENFERMEDAD DE THOMSEN)

La miotonía congénita se caracteriza por un retraso en la relajación de la contracción muscular voluntaria. Es frecuente encontrar dificultades en la succión y en la alimentación. El lactante puede mostrar un desarrollo motor lento, pero los síntomas no son aparentes hasta la infancia o adolescencia.

Es una enfermedad hereditaria de carácter dominante o recesivo en donde la miotonía es el único cuadro predominante. Se desarrolla en cualquier momento, desde el nacimiento hasta la infancia. Los síntomas que llega a

presentar son: dificultad para soltar los objetos que sujetan o iniciar movimientos, como levantarse de una silla o subir escaleras, la miotonía es agravada por tensión emocional, así como por el clima frío y húmedo. Los signos clínicos que presenta son los siguientes:

- Miotonía luego de cerrar la mano o los ojos.
- Miotonía de percusión en lengua, eminencia tenar o de otros músculos.
- Hipertrofia muscular (apariencia hercúlea). A pesar del aspecto muscular, el paciente es ligeramente débil.
- Existe contracción de las fibras musculares y retraso en la relajación.
- Reflejos tendinosos normales.

Su evolución y pronóstico, en general son buenos. El paciente con frecuencia puede controlar la miotonía a través de la actividad, la enfermedad no es progresiva y tiende a disminuir de gravedad a medida que el paciente rebasa la pubertad.

DISTROFIA MUSCULAR

Una miopatía es una enfermedad en la cual existen alteraciones morfológicas, neurofisiológicas o bioquímicas en el músculo. Estas alteraciones no son secundarias a anomalías del SNC, del asta anterior, del nervio periférico o de la unión neuromuscular.

Las distrofias son miopatías caracterizadas por una degeneración progresiva, que parece tener una base hereditaria. Lo que estas alteraciones tienen en común es primero, su naturaleza hereditaria y en segundo lugar, el compromiso primario de los músculos voluntarios, acompañados de una tendencia hacia el deterioro progresivo debido a la destrucción gradual de la necrosis del músculo.

Etiología

A lo largo de los años hay una cantidad de teorías referidas a la patogénesis de las distrofias musculares. Quizás una de las primeras fue la denominada teoría neurogénica, la cual postulaba que el problema primario estaba en la inervación de los músculos, más que en los músculos mismos.

Otra teoría es la teoría vascular en la cual sugirió que el problema en los músculos era secundario a una alteración en su aporte sanguíneo. Pero en

la actualidad, lo que parece ser la explicación más probable de los cambios observados en los músculos de pacientes con distrofia es una alteración primaria de la membrana muscular denominada la teoría de la membrana, que es alteración de la función de la membrana que no se circunscribe a la membrana muscular, sino que existe también en las membranas de otros tejidos.

Principios de diagnóstico

El diagnóstico de distrofia muscular depende de una combinación de antecedentes familiares y observaciones clínicas de la alteración funcional, debido a debilidad muscular, junto con un examen cuidadoso de grupos musculares para determinar los patrones de compromiso selectivo. La evaluación clínica de un paciente con sospecha de distrofia muscular, por lo general se acompaña de estudios más específicos.

Creatina cinasa (CK)

Es una enzima que se encuentra en altas concentraciones dentro del músculo esquelético y en algunos otros tejidos. El daño muscular como resultado de una alteración primaria del músculo o secundario a alguna otra enfermedad o traumatismo, lo cual puede originar pasaje de CK (creatina cinasa) a la corriente sanguínea y niveles más altos que los usuales en la sangre.

DISTROFIA MUSCULAR DE DUCHENNE

La distrofia de Duchenne es la más común y grave de las distrofias musculares, está ligada al sexo (cromosoma X), en consecuencia, se produce sólo en hombres a pesar de ser trasmitido por las mujeres portadoras. La edad de su desarrollo es durante los primeros cinco años de vida, manifestándose con cambios progresivos con el tiempo de regeneración y degeneración, así como variaciones de dimensiones de las fibras, además de los núcleos internos de los músculos, proliferación de tejido adiposo y conectivo.

Síntomas de presentación

No existen anormalidades en la infancia temprana, pero 50% no camina a los 18 meses de edad, presentan una marcha normal con caídas frecuentes

y dificultad para subir escaleras.

Cuadro clínico

Se presenta postura lordótica, marcha de pato, dificultad para levantarse del suelo (signo Gower), formación de contracturas, dependencia para el vestido, el baño, funciones excretoras y giros en la cama, pseudohipertrofia de los músculos gemelos, deltoides y cuádriceps, también presenta deformidad en equinovaro, insuficiencia respiratoria y alteraciones en los mecanismos de deglución.

Evolución y pronóstico

Pérdida progresiva de función, así como la capacidad ambulatoria en general de los 8 a 12 años. Tendencia a las infecciones respiratorias en los últimos estadios y las expectativas de vida son de los 17 a 23 años.

Tratamiento

Ejercicios de estiramientos para prevenir el desarrollo de las contracturas, se realizan ejercicios respiratorios, drenaje postural, percusión del tórax y asistencia de la tos, promoción de la ambulación, además del movimiento con soportes correctores y prevención de la escoliosis.

DISTROFIA MUSCULAR DE BECKER

Este tipo de distrofia muscular se relaciona con el cromosoma X y su cuadro clínico es similar al de la de Duchenne, aunque más leve y de progresión más lenta, su edad de desarrollo es variable y, en general, puede ser después de los cinco años, en la adolescencia o incluso en la edad adulta. Sus síntomas de presentación son dificultad al correr, al subir escaleras y calambres en el ejercicio.

Evolución y pronóstico

Su progresión es lenta y de evolución variable, en algunos casos se mantiene prácticamente estática, tienen capacidad ambulatoria y después de los 16 años, la expectativa de vida depende de la progresión, así como de la insuficiencia respiratoria.

Tratamiento

Es con base en la prevención de deformidades, aplicación de férulas para estimular la capacidad ambulatoria, así como la prevención y el tratamiento de la escoliosis.

DISTROFIA MUSCULAR DE EMERY–DREIFUSS

También es una distrofia muscular ligada al cromosoma X. La biopsia muscular demuestra alteraciones distróficas leves, con variabilidad en las dimensiones de las fibras, núcleos internos, proliferación de tejido conectivo, regeneración y degeneración, los focos de fibras atróficas son similares a las de denervación. Se presenta al final de la infancia, en la adolescencia o edad adulta, y los síntomas de presentación más frecuentes son dificultad al caminar o correr, y rigidez en cuello o columna.

Cuadro clínico

Se caracteriza por debilidad muscular leve, presenta pie equino, deformidad de flexión de codo, rigidez en la columna vertebral, con limitación de la flexión de cuello y hombro, arritmia cardiaca, hipoventilación nocturna y problemas respiratorios.

Evolución y pronóstico

Hay debilidad muscular e incapacidad funcional de evolución muy lenta. La afección cardiaca puede constituir una amenaza para la vida del paciente al comienzo de la edad adulta.

Tratamiento

Promover la movilidad, prevenir las enfermedades de progresión, monitoreo con cuidado del estado cardiaco (puede ser necesaria la implantación de marcapasos), así como valoración de la función respiratoria.

DISTROFIA RIZOMÉLICA O DE LAS CINTURAS DE LAS EXTREMIDADES

La distrofia muscular autosómica recesiva es de gravedad variable y puede

asemejarse a las de Beker o de Duchenne. La biopsia muscular presenta cambios distróficos variables, puede darse variabilidad en el tamaño de las fibras y fragmentación, regeneración y degeneración, así como proliferación de tejido conectivo y adiposo. Puede manifestarse desde la primera infancia a la adolescencia, o a la edad adulta, los síntomas de presentación son dificultad en la marcha, la carrera y subir escalones, también se presentan calambres durante el ejercicio.

Cuadro clínico

Marcha normal, postura lordótica, incapacidad funcional para saltar o incorporarse del suelo, la debilidad muscular es variable y se presentan deformidades luego de la pérdida de la capacidad ambulatoria, como en la distrofia de Duchenne, también se forma una prominencia ocasional en las pantorrillas.

Evolución y pronóstico

Es muy variable en general, de progresión lenta, aunque en algunos casos se dan evoluciones tan rápidas como las distrofias de Duchenne.

Tratamiento

Promover la deambulación, así como prevenir y dar tratamiento a las deformidades.

DISTROFIA MUSCULAR FASCIO-ESCÁPULO-HUMERAL

Es heredada, de manera predominante, afecta sobre todo a los músculos de la cara y de la cintura escapular. La biopsia muscular presenta variabilidad en la dimensión de las fibras, fragmentación de las mismas, núcleos internos, así como proliferación de tejido adiposo y conectivo. Algunos casos presentan una intensa respuesta inflamatoria.

La edad en la que puede manifestarse es variable, oscila entre la primera infancia y la edad adulta. El síntoma de presentación es la incapacidad que afecta a los músculos de los hombros y la cara. En algunos casos se presenta debilidad del tronco y de la cintura pélvica, así como dificultad para la locomoción.

Cuadro clínico

Debilidad facial y de la cintura escapular, lordosis y debilidad en la cintura pélvica en algunas familias.

Evolución y pronóstico

Es muy variable, en algunos casos pueden darse curso leve y de progresión lenta, con duración de la vida normal. Otros presentan una evolución más rápida de las extremidades inferiores y pueden perder la capacidad ambulatoria en la edad adulta.

Tratamiento

El más importante es promover la actividad física.

DISTROFIA MIOTÓNICA

Es un proceso autosómico dominante, con marcada heterogenidad clínica. La biopsia muscular presenta en el síndrome súbito del adulto alteraciones distróficas, núcleos internos y masas sarcoplásmicas. Por lo general, se presenta en la adolescencia y en la edad adulta, aunque puede estar presente en cualquier edad, se caracteriza con debilidad, rigidez, además de la miotonía.

Cuadro clínico

Debilidad muscular, miotonía voluntaria, debilidad facial (dificultad en ocultar las pestañas), ptosis palpebral, cataratas, calvicie prematura, cardiopatía y déficit intelectual.

Evolución y pronóstico

Los niños afectados dentro de familias en riesgo con frecuencia son asintomáticos, pueden desarrollar el síndrome en la edad adulta y la gravedad es en extremo variable, incluso dentro de la misma familia. El pronóstico depende de la posible aparición de cardiomiopatía y problemas respiratorios.

Tratamiento

Es de apoyo a la distrofia y promoción de la actividad física para mantener el nivel muscular y las AVDH.

ATROFIA MUSCULAR ESPINAL

Las atrofias musculares espinales constituyen un grupo de alteraciones determinadas de manera genética, en la cual se registra degeneración de las células del asta anterior de la médula espinal y debilidad relacionada con los músculos. Esta debilidad suele ser simétrica, afecta las piernas más que a los brazos, más a los músculos proximales que a los distales. Es una alteración autonómica recesiva.

Clasificación de acuerdo con la edad de presentación

Atrofia muscular espinal grave (enfermedad de Werdnig-Hoffmann)

Se presenta en el desarrollo intrauterino o durante los primeros meses de vida.

- Cuadro clínico: hipotonía y debilidad, dificultad para succionar y tragar, retraso en el desarrollo psicomotor, llanto débil, respiración diafragmática, posición de rana, debilidad grave axial y de las extremidades.
- Evaluación y pronóstico: la debilidad no suele ser progresiva, existe una tendencia a las infecciones respiratorias, tienen un mal pronóstico debido a que la mayor parte de las muertes es por neumonía durante el primer año de vida, o como máximo en el plazo de tres años.
- Tratamiento de apoyo a la neumonía, ejercicios respiratorios según el estado del paciente.

Atrofia muscular espinal intermedia

Por lo general se desarrolla entre los 6 y 12 meses.

- Cuadro clínico: debilidad de las piernas con predominio proximal, incapacidad para mantenerse en pie o caminar, fasciculaciones de la lengua, retraso en el desarrollo psicomotor, músculos faciales reducidos,

hipotonía y excesiva laxitud de las articulaciones.

- Evolución y pronóstico: debilidad muscular, en general, estática y no progresiva, puede cursar con mejoría funcional, en algunos casos la debilidad puede incrementarse o quizá padecer incapacidad por largos periodos, esto se debe al aumento de peso, el pronóstico depende de la afectación de la función respiratoria.
- Tratamiento: prevención de escoliosos mediante la aplicación precoz de un corsé, pronta sujeción de pie con la ayuda de férulas adecuadas, así como promover la ambulación.

Atrofia muscular raquídea proximal (síndrome de Kugelberg-Welander)

Se desarrolla entre el segundo año de vida a la adolescencia o a la edad adulta.

- Cuadro clínico: dificultad para correr, subir las escaleras o saltar, marcha anómala dificultad para incorporarse del suelo (signo de Gowers), debilidad proximal mayor en las piernas que en los brazos, temblor en las manos y fasciculación en la lengua.
- Evolución y pronóstico: Debilidad en general estacionaria, en algunos casos puede ser progresiva, buen pronóstico de supervivencia a largo plazo con dependencia de la función respiratoria.
- Tratamiento: aumentar la actividad y la deambulación, rehabilitación con férulas en caso de pérdida de la capacidad ambulatoria, así como tratamiento enérgico de las infecciones respiratorias.

ATROFIA MUSCULAR PERONEAL (ENFERMEDAD DE CHARCOT-MARIE-TOOTH)

Neuropatía motora y sensitiva hereditaria (NMSH)

Trastornos hereditarios de los nervios periféricos

Este complejo y heterogéneo grupo de trastornos genéticos tienen en común la presentación clínica con debilidad muscular que afecta a los músculos distales de brazos y piernas. Se diferencia un tipo desmielinizante con rasgos histológicos característicos, una notable disminución de la velocidad de conducción de los nervios, un tipo con atrofia neuronal y mielina normal en el corte histológico, así como la

velocidad de conducción de los nervios es prácticamente normal.

Ambas formas suelen heredarse como rasgos autosómicos dominantes, aunque también se documentan formas autosómicas recesivas y ligadas a cromosoma X, con características clínicas similares. Además, se distingue una neuropatía desmielinizante de carácter autosómico recesivo de desarrollo más temprano y de mayor gravedad, que el tipo desmielinizante dominante.

Tratamiento

Prevención de deformidades y contracturas, se promueve la deambulación, se proporciona rehabilitación con asistencia de férulas correctivas y estimulación muscular.

ENFERMEDAD DE HUNTINGTON

La enfermedad de Huntington es un trastorno neurológico degenerativo hereditario. La degeneración de las células neuronales ocurre por todo el cerebro, en especial, en el núcleo estriado. Se produce un declive progresivo que resulta en movimientos anómalos.

LESIONES TRAUMÁTICAS O POR DESGASTE

DOLOR CERVICOBRAQUIAL

Designa cualquier tipo de dolor que afecte la región cervical y la extremidad superior, sea cual fuere la causa, naturaleza u origen. Se produce en las articulaciones o puede irradiarse a lo largo de los nervios. El dolor es percibido en el cuello y en la extremidad superior. La región topográfica afectada es: cuello, hombro, región infraclavicular, región escapular, axila y extremidades superiores.

Etiología

El dolor cervicobraquial puro es aquel que se presenta de modo exclusivo en dicha región, por cualquier proceso patológico. Pertenece a tres grupos:

- Cervicobraquialgias radiculares verdaderas: afección de las raíces constitutivas del plexo braquial, debido a las lesiones de la columna cervical.
- Síndrome de compresión neurovascular: proceso doloroso que se irradia de modo semejante en los territorios sensitivos de la extremidad superior, pero cuyo origen no se encuentra en las raíces medulares, sino en las ramas del plexo braquial o en los vasos que las acompañan.
- Dolores localizadas a nivel de hombro: la expresión más característica es la periartritis escapulo humeral.

La clasificación del dolor según el estímulo es:

- Dolor referido: zonas distintas y distantes.
- Dolor local: situado en coincidencia con el origen del dolor.
- Dolor irradiado: trayecto de vías aferentes que recogen la sensibilidad de origen radicular, de origen a nivel del plexo troncular.

Diagnóstico

- Presencia de dolor de cuello e irradiado a brazo.
- Limitación articular en los últimos grados de los arcos de movilidad.
- Dolor articular.
- Espasmo muscular de la cintura escapular.
- Limitación de los arcos de movilidad del cuello.

Tratamiento

Reposo, corrientes analgésicas (interferenciales, TENS), tratamiento farmacológico, calor local, esto produce relajación muscular, hiperemia, antiinflamación, elevación del umbral y disminución del dolor.

LESIONES DEL MANGUITO ROTADOR

El manguito rotador es una convergencia en forma de cúpula de los tendones del subescapular, supraespinoso, infraespinoso y redondo menor, alrededor de la cabeza del húmero. Estos tendones actúan en conjunto para mantener firme la cabeza del húmero con la cavidad glenoidea, se impide una subluxación hacia abajo de este hueso y se realiza la rotación y abducción del brazo. Los tendones de estos músculos rotadores se mezclan en la cápsula articular al realizar su función de estabilización independiente de la rotación simultánea.

Los movimientos que efectúan los músculos del manguito rotador son abducción, rotación interna y externa, así como extensión. La abducción llega hasta que el brazo se coloca en posición horizontal (90º), en cuyo momento el troquiter contacta con el rodete glenoideo, ello limita la abducción. El brazo puede seguir elevándose hasta alcanzar una posición vertical (180º) gracias al movimiento del omóplato, el cual modifica la orientación de la cavidad glenoidea la eleva o inclina hacia arriba.

Etiología

El movimiento del hombro, en particular la elevación, es dirigida por la cúpula de fuerzas. Un ejemplo importante es la interacción del deltoides y los músculos del manguito rotador, que produce elevación del hombro. La tendinitis del manguito rotador se refiere a los cambios degenerativos del hombro que se producen en el conglomerado musculotendinoso rotatorio y lo predisponen al desgarro, estas alteraciones patológicas dan como resultado la restricción de los movimientos del hombro, sobre todo en la abducción.

Bosworth agrupó bajo el nombre de síndrome del supraespinoso a las lesiones del manguito rotador. Éstas afectan de manera directa e indirecta el tendón del supraspinoso. Los desgarros pueden ser incompletos o completos.

Los i**ncompletos** aparentan en clínica los signos y síntomas de una

tendinitis supraespinosa. La razón patológica de esto es que las fibras desgarradas se retraen y se agrupan, esto causa un alargamiento similar al de la tendinitis.

En el desgarro **completo**, el paciente es incapaz de iniciar la abducción. La pérdida de la abducción activa se produce por la incapacidad del manguito rotador, para iniciar la abducción del húmero, el cual coloca los músculos deltoides en una posición funcional. Quizás, al final de la tercera década de la vida se inicien los primeros cambios degenerativos del cartílago auricular. Si la frecuencia de la enfermedad se estima por radiografía simple, cerca de 90% de la población lo padece al llegar a los cuarenta años. Alrededor de 3% de las personas de edad mediana tiene depósitos cálcicos en estos tendones rotadores, aunque la mayor parte son asintomáticos o ligeros.

Cuadro clínico

Se presenta con exacerbación nocturna, limitación funcional del hombro, atrofia muscular, además de espasmo o contractura muscular. Afectan un arco de movilidad de grado variable en los diversos pacientes, influye la constitución física, la edad, el sexo, profesión, entre otros.

Diagnóstico

Prueba de la caída del brazo: para determinar si hay desgarro del manguito rotador. Se pide al paciente colocar en abducción total su brazo. Después, que lo baje con lentitud hacia el lado correspondiente del cuerpo. Si existen desgarros del manguito rotador, sobre todo del músculo supraspinoso, el brazo caerá desde una posición de abducción de 90º aproximadamente.

El paciente no podrá bajar con suavidad y lentitud, no importa que trate de hacerlo. Si es capaz de sostener el brazo abducido, bastará con un golpe suave en el antebrazo para que el brazo caiga al lado del cuerpo.

Hay **maniobras específicas** como la de maniobra de Impigement, Jacob, Yergason, Patte entre otras, que nos pueden decir clínicamente la porción afectada del mango rotador. Por ejemplo Patte indica una posible tendinitis del infraespinoso. El Impingement refiere si presenta dolor con la maniobra de una bursitis subacromial.

Tratamiento

El tratamiento físico se divide en:

- **Periodo agudo**: predomina el dolor y espasmo muscular. Para aliviarlos se inmoviliza el brazo en abducción, con férula. El calor no se recomienda. El frío tiene una acción relajante, analgésica y vasoconstrictora, que disminuye el edema, debe aplicarse con bolsas de hielo de 10 a 15 min, de 3 a 4 veces al día.
- **Periodo crónico:** al pasar el periodo agudo o doloroso, se recomienda movilización pasiva. Se debe aplicar calor: diatermia, ultrasonido, compresas húmedo-calientes. Se aplica masaje sobre el brazo y el tórax. Se debe tener cuidado de no exacerbar la inflamación. También deben emplearse las poleas, las escalerillas y el timón. Se aconsejan los métodos caseros, como abrir y cerrar cajones, e intentar tocarse el otro hombro, la nuca y la cintura.

TENDINITIS Y SÍNDROME DE PINZAMIENTO DEL HOMBRO

Hay dos tipos de tendinitis que afectan el hombro:

- La **tendinitis del bíceps** causa dolor en la parte frontal o lateral del hombro. El dolor también puede desplazarse hacia abajo hasta el codo y el antebrazo. Al levantar el brazo sobre la cabeza también puede causar dolor. El bíceps, el músculo situado al frente del brazo, mantiene el hueso del brazo dentro de la cavidad de la articulación del hombro. También ayuda a controlar la velocidad del brazo al pasar por encima de la cabeza. Por ejemplo, se puede sentir dolor cuando se mece una raqueta o se lanza una bola.
- La **tendinitis del manguito de los rotadores** (descrita anteriormente) causa dolor en la parte más alta del hombro y el brazo. Los movimientos de estirar, empujar, tirar o alzar el brazo por encima del nivel del hombro pueden empeorar el dolor.

Incluso recostarse sobre el lado adolorido puede empeorar el problema. El manguito rotador es un grupo de músculos que unen el brazo al omoplato o escápula. Este manguito permite levantar y girar el brazo. El movimiento repetitivo de los brazos puede dañar y desgastar los tendones, los músculos y el hueso.

El síndrome de pinzamiento del hombro ocurre cuando se comprime el manguito rotador. Los trabajos que requieren alcanzar objetos por encima de la cabeza y los deportes que involucran el uso intensivo del hombro pueden causar daño del manguito de los rotadores o la bursa. La artritis reumatoide también puede inflamar el manguito de los rotadores y dar lugar a la tendinitis y bursitis. Cualquiera de estos problemas puede conducir a casos graves de inflamación y pinzamiento.

HOMBRO CONGELADO (CAPSULITIS ADHESIVA)

Es un término utilizado de manera amplia. Esta condición se conoce como capsulitis adhesiva, panartritis, pericapsulitis, bursisitis obliterante, hombro congelado, hombro anquilosado, componente de hombro-mano, hiperartritis escapulohumeral, entre otros. Este síndrome indica que el movimiento activo como el pasivo se restringe y producen dolor en la articulación escapulotorácica y glenohumeral.

Diagnóstico

El dolor por lo general se define mal, relacionándose en muchas ocasiones con dolor ocasional que se manifiesta al realizar algún movimiento. Una manifestación clínica es la presencia de rigidez que refiere el paciente y la limitación articular de (abducción, flexión, extensión, rotación externa) todas las áreas de movimiento.

Otras características son:

- Incapacidad de apoyarse sobre la zona afectada.
- Limitación en actividades de la vida diaria (vestido, higiene, comer, entre otros).
- Presencia de atrofia de la musculatura del hombro.

Etiología

Este síndrome se presenta cuando coexiste el factor de desuso en una persona, con gran tensión emocional, ansiedad y apatía pasiva, junto con un umbral bajo al dolor. El dolor puede provocar vasospasmos por medio de una conexión intrincada de los nervios sensoriales, los ganglios de las raíces posteriores y el síndrome simpático.

El espasmo muscular es un mecanismo de protección para prevenir un movimiento doloroso. Esta tendencia de inmovilidad causará estasis venosa y congestión secundaria, combinada con la anoxia vasospasmódica, producirá un exudado edematoso rico en proteínas y una reacción fibrosa.

En este síndrome, el edema inflamatorio proliferativo se presenta en la región del compartimiento osteofi broso, a la altura de la articulación glenohumeral. La irritación del compartimiento osteofibroso de la bóveda suprahumeral puede ser causada por diversos factores. La inmovilización e hiperactividad vasomotora conllevan a la fibrosis. Alteraciones tiroideas. Inflamación persistente de los tejidos que rodean a la articulación, provocando un proceso de engrosamiento de la capsula articular lo que lleva a rigidez y limitación articular. A continuación se anotan las alteraciones patológicas del hombro congelado:

- Adhesiones en las capas de la bolsa subdeltoidea.
- Adhesiones extrarticulares e intracapsulares.
- Contracturas de los tendones subescapulares y bíceps.
- Adherencia de los pliegues anterior e inferior de la cápsula articular.
- Bursitis obliterativa.
- Contractura aguda, que pone tensos a los músculos de la cintura escapular.

Cuadro clínico

El dolor se presenta cuando los tejidos que permanecen inflamados son irritados o comprimidos. Hay problemas en la abducción, la rotación externa está limitada y hay dolor alrededor. La rotación interna, la abducción, así como el balanceo del brazo hacia adelante y hacia atrás son muy dolorosos.

No hay dolor si el brazo está inmóvil. El movimiento se restringe en todas sus fases. El brazo quedará inmóvil contra la pared torácica, adopta las posiciones de aducción y rotación interna. Cualquier movimiento activo o pasivo presentará resistencia y dolor al realizarlo.

Tratamiento

El más óptimo es el de prevención. Una vez que se inicia el síndrome de hombro congelado se logra cierta recuperación, pero no se asegura la recuperación total; además, tampoco se asegura que no habrá una

limitación residual permanente.

- Ejercicios funcionales del hombro (Codman).
- Estiramiento de romboides y trapecio Movimientos pasivos con barra.
- Ejercicios isométricos, empleo de ondas de choque, infiltración y en casos extremos cirugía.

TENDINITIS

Tendinitis bicipital

La tendinitis bicipital, por su relación anatómica íntima con el manguito rotador, suele ser una lesión concomitante de la inflamación de dicho manguito. Los antecedentes de la tendinitis aguda se presentan con un dolor agudo o insidioso en la región del hombro. El paciente con frecuencia localiza el dolor en la cara superior y lateral del hombro, en la región donde se inserta el músculo deltoides.

El dolor es frecuente en la noche y se agrava al realizar la abducción, así como la rotación externa e interna del brazo. Peinarse, tocar la bolsa trasera del pantalón o alcanzar la espalda para abrocharse la ropa interior son movimientos que desencadenan con rapidez el dolor en el padecimiento y si éste progresa, el hombro se congela de manera que no permite movimiento alguno. El diagnóstico clínico se hace de manera característica al observar el retraimiento del hombro cuando el paciente intenta la abducción del brazo.

Tratamiento

El tratamiento de la fase aguda consiste en un breve periodo de soporte con un cabestrillo y el intentar el alivio con empleo de fármacos antiinflamatorios, aplicación de bolsas de hielo e infiltraciones con lidocaína y corticoides intraarticular en la porción del mango rotador, así como en la región del tendón supra espinoso y suraescapular. Todas estas medidas tempranas son para mitigar el dolor y disminuir la inflamación dentro de una pequeña área, que por último podrá llegar a condicionar un hombro congelado.

Los ejercicios pendulares deben iniciarse dentro de los primeros días. Al declinar la fase aguda, el tratamiento incluye ejercicios de hombro conocidos como de Codman siendo activos asistidos y activos resistidos,

ligas, entre otros; aplicación de corrientes analgésicas, o de ultrasonido, y en la actualidad ondas de choque.

BURSITIS

Se trata de una lesión que se manifiesta después de un esfuerzo, causa inflamación de las bolsas serosas o sinoviales de las articulaciones.

Etiología

- Por esfuerzo (la más común).
- Microtraumatismo (como los prerrotulianos).
- Gota (por depósito de uratos).
- Fricción (intraarticular).
- Infecciones. Cuadro clínico
- Dolor a nivel articular (a veces en reposo).
- Limitación de los arcos de movilidad (las más frecuentes son la subdeltoidea, la oleocraneana, trocantérica y patelar).

Tratamiento estado agudo:
Compresas frías (véase capítulo 7) durante periodos de 20 min, 3 a 5 veces por día e inmovilización.

Estado crónico:
- Aplicaciones de calor.
- Microondas.
- Láser puntual.
- Movilización pasiva hasta completar arcos de movimiento.

TENDINITIS DE LA RODILLA

Los tendones se pueden desgarrar e inflamar si se abusa de ellos durante actividades como bailar, montar en bicicleta o trotar. Cuando una persona trata de protegerse de una caída también puede dañar los tendones que rodean la rótula. Este tipo de lesión es más frecuente en las personas de edad avanzada cuyos tendones pueden estar debilitados y son menos flexibles. El dolor en los tendones que rodean la rodilla en ocasiones se llama rodilla del saltador porque a menudo afecta a personas jóvenes que practican deportes como el baloncesto. El uso excesivo de los músculos y

la fuerza del impacto contra el suelo después de un salto pueden estirar el tendón.

Después de los esfuerzos repetidos que se producen al saltar, el tendón se puede inflamar o desgarrar. Las personas con tendinitis de la rodilla pueden sentir dolor al correr, saltar o caminar a paso rápido. Puede aumentar el riesgo de desgarros grandes del tendón.

TENDINITIS AQUILEANA (INFLAMACIÓN DEL TENDÓN DE AQUILES)

El tendón de Aquiles conecta el músculo de la pantorrilla con la parte posterior del talón. La tendinitis aquiliana es una lesión que hace que el tendón se inflame, estire o desgarre. Es causada por exceso de uso. También puede ser el resultado de rigidez o debilidad de los músculos de la pantorrilla.

Las lesiones del tendón de Aquiles pueden tener lugar al subir escaleras o cuando se hace trabajar en exceso los músculos de la pantorrilla. Sin embargo, estas lesiones son más frecuentes entre las personas que no hacen ejercicio con regularidad o no hacen un calentamiento adecuado antes de hacer ejercicio.

Entre los atletas, la mayoría de las lesiones del tendón de Aquiles suelen ser en las carreras de velocidad o los deportes que saltan como quienes juegan fútbol, tenis y baloncesto, los que demande movimiento “explosivos”. La inflamación del tendón de Aquiles puede ser un padecimiento de larga duración. También puede causar lo que en apariencia es una lesión súbita. Cuando un tendón se debilita por efecto de la edad o el exceso de uso, un traumatismo puede hacer que se rompa. Estas lesiones pueden ser súbitas y causar un fuerte dolor que el paciente refiere como patada o pedrada sobre la zona, si la lesión es total ha incapacidad funcional de dorsiflexion. Se explora mediante la maniobra de Thopmson y del S. de hachazo.

EPICONDILITIS

También llamada codo de tenista, afecta la bursa radio-humeral localizada entre el músculo extensor común de la muñeca y la articulación radio-humeral del codo. Este padecimiento puede aparecer a consecuencia de realizar esfuerzos que requieren supinación de la muñeca, en contra de resistencia (como al colocar tornillos) o extensión violenta de la muñeca

con la mano flexionada (como al jugar tenis).

Diagnóstico

- El dolor aparece sobre el epicóndilo lateral del húmero. Puede ser de gran intensidad e irradiarse hacia el lado externo del brazo y del antebrazo.
- Existe hipersensibilidad articular en la región distal del epicóndilo lateral. El dolor aumenta al someter la muñeca a flexión y supinación en contra de resistencia, además existe una gran debilidad de la muñeca cuando se encuentra en flexión.
- El paciente con cuadro clínico poco característico, para establecer el diagnóstico se puede infiltrar procaínaxilocaina a 1% en la región que se encuentra alrededor del epicóndilo lateral, lo cual elimina por completo todos los síntomas y signos.

Tratamiento

Con frecuencia se obtienen buenos resultados al inmovilizar la muñeca en flexión y supinación, mediante una férula o vendaje adhesivo, además de la aplicación diaria de diatermia. En fecha reciente se han obtenido excelentes resultados mediante la aplicación de ultrasonoterapia. Puede ser necesario aplicar tratamiento durante 4 a 6 semanas.

EPICONDILITIS LATERAL Y MEDIAL (CODOS DE TENISTA Y DE GOLFISTA Y ÚLTIMAMENTE SE ASOCIA AL EMPLEO DEL RATÓN Y TECLADO DE LAS COMPUTADORAS)

La **epicondilitis** es una restricción de las inserciones tendinosas de los extensores del dedo y la muñeca (epicondilitis lateral) o de los flexores (epicondilitis media). Se produce como consecuencia de acciones reiteradas o intensas con estos grupos musculares, ya sea en el trabajo o en actividades deportivas.

El codo de tenista puede producirse en diversas actividades manuales como: picado de madera, martilleo y molido de nueces, lo mismo se aplica a la epicondilitis medial. Se empieza a considerar en ciertos ámbitos como una lesión de carácter laboral.

Tratamiento

Reposo de la extremidad afectada, prevención de estrés, empleo de analgésicos moderados y de compresas frías o calientes, conforme a la gravedad del trastorno y la efectividad de estas modalidades. Puede intentarse aplicar ultrasonido (no eficaz en todos los casos) y por lo general, las inyecciones locales de esteroides constituyen el método más eficaz de restaurar las actividades funcionales libres del dolor.

Cuando el dolor lo permite, se recomienda un reacondicionamiento de la musculatura afectada, por medio de ejercicios isométricos e isotónicos, para asegurar que la función pueda restaurarse. El empleo de una tira en el antebrazo, que mida alrededor de 1.5 cm de diámetro sobre la zona muscular abultada, que se encuentra a unos 4 o 5 cm de la fosa cubital, ayuda a minimizar el estrés en la inserción de los grupos musculares sobre los epicóndilos.

SÍNDROME DE ATRAPAMIENTO DEL NERVIO CUBITAL

El nervio cubital se localiza en la parte posterior de la epitródea humeral. Se encuentra cubierto por el ligamento cruzado para formar un túnel fibroso. El nervio puede quedar atrapado en este túnel por una tumefacción o engrosamiento tisular, debido a un traumatismo o a una posición prolongada después de apoyar el peso del cuerpo mucho tiempo en esta zona, o por la continua flexión y extensión del codo.

Manifestaciones clínicas

Los síntomas suelen ser de tipo crónico, debido a que al inicio el paciente percibe dolor y molestia tolerable, sobre todo en el dedo medio y la porción medial del antebrazo.

Se presenta dolor y parestesia (cambio de sensibilidad) en dedos y antebrazo, se puede agudizar al presentarse debilidad muscular de eminencia hipotenar y de los músculos intrínsecos de la mano.

Diagnóstico

- En la etapa inicial no se aprecian cambios físicos en codo ni brazo.
- En la etapa crónica se presenta atrofia muscular de la mano.

- Dolor a la palpación en cara medial de codo.
- Puede presentarse a nivel de la mano pérdida de tono y masa muscular.

Tratamiento

- En la etapa inicial, se indica reposo y aplicación de ortesis en forma de anillo (anillo de epicóndilo, que le evita la movilidad y ofrece soporte).
- Aplicación de crioterapia combinado con calor local.
- Terapia puntual sobre zona gatillo.
- Analgésicos como TENS o interferenciales

SÍNDROME DE ATRAPAMIENTO DEL NERVIO MEDIANO

Se manifiesta por la comprensión del nervio mediano a nivel del codo es comprimido entre las cabezas del músculo pronador redondo, se relaciona con maniobras de prensión repetidas con pronación del antebrazo, y extensión del codo (tenis, golf).

Diagnóstico

- Las manifestaciones clínicas se presentaron sobre la cara lateral de la mano, el tercero, cuarto y quinto dedos.
- Los síntomas motores se aprecian en la zona anterior de la mano y del antebrazo.
- Presencia de parestesias en esta región con reducción de la fuerza muscular, al relajar la pronación del antebrazo.
- Flexión de la muñeca y la oposición del pulgar.

Tratamiento

- Aplicación de crioterapia: compresas frías o aplicación de cloruro de etilo.
- Baños de contraste: 3 min de agua caliente y 2 min de agua fría.
- Electro analgesia con TENS, iontoforesis.
- Estimulación sensoperceptiva con contusión de textura.

TENOSINOVITIS DE QUERVAIN

Es la inflamación de la vaina de los tendones de los músculos extensor

corto y abductor del pulgar. Suele relacionarse con la práctica de movimientos repetitivos del pulgar.

Diagnóstico

El paciente refiere dolor en cara lateral de la muñeca en la base del pulgar, el dolor intenso de forma aguda al realizar movimientos de pulgar es la prueba de Finkelstein (se le pide al paciente realizar envolver al pulgar con los otros dedos de la mano y realizar la extensión del pulgar, aparece dolor intenso al ser positiva la prueba).

- Prueba de Finkelstein.
- Incapacidad funcional por pérdida de fuerza a la prensión.
- Dolor en reposo.

Tratamiento

- Guante de parafina.
- Baño de contraste.
- Crioterapia (en fase aguda).
- Aplicar sobre zona gatillo, en la cara lateral de la muñeca sobre la base del pulgar.
- Electroanalgesia (TENS).
- Método invasivo con infiltración lidocaína y esteroides.

CAPSULOTOMÍAS Y TENÓLISIS

Después de la tenólisis y la capsulotomía es esencial iniciar de manera precoz el movimiento, para favorecer el deslizamiento adecuado del tendón, así como el máximo de movimiento articular. El movimiento activo suele empezar a las 24 h y es comprensible que se relacione con dolor agudo, secundario al procedimiento quirúrgico.

El TENS también puede utilizarse si el movimiento activo está impedido por el dolor que experimenta el paciente. Es necesario que el paciente realice los ejercicios varias veces al día. Al término de cualquier tratamiento se recomienda crioterapia. Durante la tenólisis puede alterarse el aporte vascular del tendón, éste queda en una situación debilitada, un tratamiento demasiado drástico puede provocar la rotura del tendón, el tratamiento agresivo luego de la capsulotomía puede provocar aumento del

edema, lo cual reducirá la amplitud de movimiento.

Tratamiento

- Baños contraste.
- Parafina (guante)
- Aplicación de ultrasonido bajo agua.
- Estimulador eléctrico transcutáneo (TENS).
- Masaje superficial a cicatriz.
- Crioterapia.
- Ejercitar actividades básicas (mesa kanavel, rodillo, otros).
- Ejercitar pinza fina (oposición, prensión).
- Estimulación sensoperceptiva (texturas).

FRACTURAS

Es una lesión que produce rotura del tejido de un hueso. Causada por la aplicación prolongada o repetida de presión sobre el mismo. Cuando un hueso recibe más presión de la que puede soportar, se fisura o se rompe.

En el caso especial de las fracturas estables de los metacarpianos y las falanges se suelen movilizar entre el quinto día y la segunda semana. El movimiento precoz protegido reduce el edema, aumenta la excursión del tendón; además, reduce la probabilidad de contracturas en extensión de las articulaciones metarcarpofalángicas y las contracturas en flexión de las falanges interfalángicas proximales. Puede emplearse el calor húmedo. Poner compresa húmedo-caliente. Debe utilizarse con elevación de la extremidad y retirarse a los 8 o 10 min para conseguir el máximo beneficio.

El movimiento precoz protegido se caracteriza por el movimiento activo, mientras el terapeuta sostiene en el exterior la zona de la fractura. Si el paciente se queja de dolor agudo y severo durante el movimiento activo, debe sospecharse inestabilidad de la fractura, por tanto deberá informarse al médico.

FRACTURAS DE LA MANO

Las fracturas de la mano exigen un tratamiento conservador (inmovilización con yeso, ortesis o simples vendajes protectores) o quirúrgico. La duración y la posición para el movimiento varían según la

localización de la fractura, aunque en principio debe dirigirse siempre hacia la flexión y la posición funcional.

En general, la rehabilitación debe seguir las grandes líneas del tratamiento de los traumatismos de la mano. Debido a que la inmovilización debe ser lo más selectiva posible, es indispensable la movilización activa y pasiva de las otras articulaciones de los dedos. En posición declive, el masaje y los ejercicios activos de las otras articulaciones evitarán los trastornos circulatorios y la algioneurodistrofia.

TÚNEL CARPIANO

Afecta a personas con ocupaciones o actividades que requieran el uso repetitivo de las manos y las muñecas. El aumento del número de personas que utilizan ordenadores y teclados ha provocado también un incremento del síndrome del túnel carpiano.

Es importante considerar algunas medidas preventivas como mover solamente los dedos al teclear, mantener una mecánica corporal adecuada o realizar periodos de descanso corto y frecuente. El túnel carpiano, situado en la cara anterior de la muñeca, es un túnel anatómico formado por un conjunto de ligamentos y huesos. Por su interior, pasa el nervio mediano que, junto con los tendones, permite cerrar y abrir la mano. Cuando el túnel se estrecha, se produce la compresión del nervio, la que provoca el síndrome del túnel carpiano.

Son muchas las causas que provocan el estrechamiento del túnel, produciendo la inflamación de las estructuras anatómicas (articulaciones y tendones); entre ellas, se encuentran las enfermedades de los huesos, tiroides, la diabetes, las fracturas óseas, los tumores, las alteraciones hormonales como el embarazo, la artritis, y otras más. Los síntomas tienden a aparecer por las noches o durante la realización de actividades cotidianas, como conducir, leer el periódico o teclear en el ordenador. Al inicio, se trata de un dolor en la región de la muñeca y del antebrazo, asociada con sensación de acorchamiento (insensibilidad), calambres (sensación de corriente) y hormigueos en los dedos pulgar, índice, medio y parte del anular.

Diagnóstico

- Historia clínica detallada: antecedentes médicos, ocupación profesional, características del dolor (localización, irradiación, relación con trabajos

manuales, horario de presentación, mano dominante, tiempo de evolución), presencia de otros síntomas (insensibilidad, hormigueos).
- Exploración física detallada: tras la sospecha clínica se deberá realizar una exploración de sensibilidad y fuerza de la mano, así como maniobras que desencadenen la sintomatología la prueba de Phalen y Tinel, suelen ser positivas.

Tratamiento

- **Tratamiento etiológico**: en aquellos casos donde se identifique una enfermedad asociada se debe instaurar un tratamiento adecuado de la misma.
- **Tratamiento conservador**: en casos leves moderados se recomienda cambiar las costumbres a la hora de utilizar la mano (medidas posturales y ergonómicas), reposo, uso de una férula que mantenga la muñeca en posición recta (puede ayudar a reducir la presión en el nervio), medicamentos antiinflamatorios por vía oral, infiltraciones de corticoides en el túnel carpiano y rehabilitación ocupacional.
- **Tratamiento quirúrgico**: si persisten los síntomas a pesar del tratamiento médico o si éstos son muy graves se estaría indicando el tratamiento quirúrgico. Consiste en realizar una incisión en la muñeca y en liberar el nervio a lo largo del túnel carpiano. Habitualmente no tiene complicaciones y se suele realizar de forma ambulatoria.

TRAUMATISMOS DE MUÑECA Y MANO

Fractura de Colles

Es la fractura de la extremidad distal del radio, con desplazamiento del fragmento hacia atrás y el exterior. Presenta el aspecto típico de la mano en dorso de tenedor. Su causa más común es una caída sobre la mano abierta. El tratamiento es ortopédico, por reducción bajo anestesia y aparato de yeso durante 4 o 5 semanas.

Tratamiento en el periodo de yeso consta de:
- Reducción de la movilización de mano.
- Masaje superficial (dedos, brazo y hombro).
- Movilización a (dedos, codo, hombro)

Tratamiento después del periodo de yeso consta de:

- Termoterapia y electroterapia.
- Masaje de la mano y el brazo en posición de drenaje.
- Movilización pasiva, al progresar la rehabilitación activa asistida de los dedos, muñeca, codo y hombro.
- Ejercicios con resistencia progresiva de los dedos, muñeca y codo.
- Hidroterapia, movilización y masaje bajo agua.
- Ultrasonido.
- Ionización.

Tratamiento de rehabilitación general de los traumatismos de la mano

Rehabilitación de la mano

El objetivo de la rehabilitación de la mano es restituir la función y movimiento de manera ordenada. El terapeuta debe conocer cuál es la cantidad de malestar esperada luego de la lesión y que el dolor desproporcionado puede convertirse en un problema crónico.

De manera clásica, el dolor agudo se define como aquel que tiene una duración de 3 a 6 meses, mientras que el dolor crónico persiste más tiempo. El impacto psicológico de la lesión de la mano puede ser grave. Con frecuencia, el paciente por primera vez mira su mano lesionada durante la terapia, sin vendajes ni oclusiones quirúrgicas. El terapeuta debe prevenir estos problemas y prestar ayuda psicológica. Aliviar la ansiedad para que pueda mejorar el dolor. Se cree que el empleo de estimulador eléctrico transcutáneo (TENS) alivia el dolor, también el láser frío, basado en la liberación de endorfinas, se comienza con movimientos pasivos y conforme se elimina el dolor se intensifican los movimientos.

Durante la inmovilización es necesario realizar:

- Ejercicios activos de las articulaciones que han quedado libres (dedos, muñeca, codo, hombro) en posición declive.
- Masaje circulatorio en posición declive del miembro afectado.

Después de la inmovilización:

- Termoterapia.
- Crioterapia (edema).
- Baños de contraste y movilización bajo agua.

- Electroterapia.
- Ionización.
- Corrientes diadinámicas
- Ultrasonido.
- Compresión neumática.
- Movilización activa, después movilidad activa resistida de los dedos y de la muñeca.
- Uso de férulas.
- Ejercicios de prensión global, luego cada vez más fina (pinza fina).
- Ejercicios de coordinación.

Tiempo de consolidación de la fractura

Es el tiempo requerido para que una fractura selle. A continuación se hace referencia al tiempo de consolidación de las fracturas más comunes del radio distal:

- De Colles sin desplazamiento (4 sem).
- Desplazada (4 a 7 sem).
- De Smith (6 ssem).

En el caso de las fracturas del carpo:
- Escafoides (3 meses o más).
- Tubérculo del escafoides (8 a 10 sem).
- Ganchoso (4 a 6 sem).
- Hueso grande (requiere osteosíntesis).
- Piramidal (6 sem).

En el caso de la fractura del metacarpo:
- Cuello (3 a 4 sem).
- Diáfisis (3 a 5, o 4 a 7 sem).
- Base (3 a 5, o 2 sem).

En el caso de fracturas de la falange distal:
- Articular (3 a 5, o 2 sem).

En el caso de fracturas de la falange media:
- Base (3 a 5 sem).
- Diáfisis (10 a 14 sem).

- Cabeza y cuello articulaciones (3 a 5 sem).

En el caso de fracturas de la falange proximal:
- Base (3 a 5 sem).
- Diáfisis (5 a 7 sem, o 3 a 4 meses).
- Cabeza y cuello (3 a 5 sem).

En el caso de fracturas del pulgar:
- De Bennett (6 sem, o 4 a 6 meses).
- De Rolando (3 a 4 sem, o 4 a 6 meses).

DEDO GATILLO

Se trata del engrosamiento indoloro, de los tendones flexores de la vaina tendinosa palmar, produce tumefacción al limitar los movimientos de los tendones flexores de la mano. El origen está localizado en la cara palmar de la mano de la región metacarpiana, cuya afectación más frecuente se da a nivel del tercer y cuarto dedos.

Diagnóstico

Se manifiesta con la dificultad para la extensión de los dedos desde la posición de flexión. En casos crónicos, el paciente no puede flexionar los dedos lo suficiente para que queden fijos. Suele observarse un engrosamiento en la piel sobre los tendones afectados en la palma de la mano.

Tratamiento

Se recomienda realizar flexiones excesivas de los dedos, con el fin de reducir la irritación de las vainas tendinosas. Se utilizan también:

- Parafina.
- Ultrasonido bajo agua en zona palmar.
- Masoterapia, intentando mejorar la fibrosis.
- Método invasivo con infiltración lidocaína y esteroides.

CONTRACTURA DE DUPUYTREN

Es una contractura fibrótica de lafascia palmar con engrosamiento tisular y

adherencias al tejido palmar, esto provoca retracción tendinosa que puede llegar a condicionar la flexión irreductible de los dedos.

Se le relaciona con patología de alcoholismo y epilepsia. Puede tener un componente secundario a microtraumatismos repetitivos, sobre la región palmar (trabajadores con martillos neumáticos, carpinteros y en actividades deportivas como jugadores de frontón).

Diagnóstico

- El paciente se queja de contracturas con dolor, rigidez y después deformidad de la mano.
- Retracción en la flexión de dedos.
- Afecta con mayor frecuencia al tercer, cuarto y quinto dedos.

Tratamiento

La rehabilitación sólo retrasa el avance de la patología y no detiene su evolución.

- Fluidoterapia.
- Ultrasonido bajo agua.
- Masoterapia profunda.
- Difícilmente responden a tratamiento conservador teniendo que realizarse manejo quirúrgico.

ESPOLÓN CALCÁNEO

El calcáneo es un hueso localizado en el talón del pie. Se trata de un hueso con forma de paralelepípedo irregular y sobre el cual suele recaer gran parte del peso del pie, por lo que se trata de un hueso macizo y compacto.

En su cara posterior se inserta el tendón de Aquiles y en su cara inferior, la más cercana al suelo, existen tres protuberancias, una anterior y dos posteriores.

- Una inflamación provocada en la planta del pie y el talón debida a un exceso de carga y presión.
- El síntoma se presenta con dolor intenso en la zona del talón, en forma de pinchazos, al ponerse en pie.
- Se recomienda reducir la actividad física y hacer reposo, corregir el

exceso de peso, y adoptar una correcta higiene postural sin sobrecargar la zona de los talones y usando un calzado adecuado.

Se produce en la base del calcáneo y a causa de una presión excesiva y continúa ejercida sobre el hueso, el tejido óseo se inflama de manera crónica y se produce una formación anómala que suele tener forma de gancho o de púa.

A cada paso que se realiza, los talones tienen que soportar todo el peso del cuerpo y con la marcha esta carga puede llegar a alcanzar veinte veces el peso corporal. La carga repetida del movimiento de la marcha se atenúa gracias al cojinete de grasa que hay en el talón y sobre el que se asienta el hueso calcáneo, y a la fascia plantar, una capa fibrosa que recorre la superficie de la planta del pie desde el talón hasta los dedos. Si se realiza una presión continua de la musculatura sobre estas estructuras plantares el hueso puede llegar a dañar la fascia plantar, produciendo una herida, ante la cual el hueso reaccionará como si se tratase de una fractura, produciendo tejido de inflamación que posteriormente se calcificará.

En un tercio de los casos el espolón y la consecuente inflamación de la fascia plantar, la fascitis plantar, afecta a ambos pies. Suele ser frecuente en personas entre los 40 y 60 años. La obesidad, las profesiones que conllevan caminar mucho o estar mucho tiempo de pie y los pies planos, o cavos, son factores de riesgo para la aparición del espolón calcáneo. También se relaciona su aparición con los traumatismos o el uso de calzado inadecuado con escaso soporte para el arco de la planta del pie.

Los síntomas del espolón calcáneo serán los derivados de la presión y lesión que se ejerce sobre la fascia plantar. Se produce un dolor intenso, en forma de pinchazos, en la zona del talón (lo que se denomina una talalgia). El dolor mejora con el reposo, pero reaparece al ponerse de nuevo en movimiento, por eso es un dolor que en un inicio suele dejar descansar, pero se nota sobre todo al ponerse en pie. El dolor empeora con la marcha, en especial al andar sobre un terreno duro que ejerza más resistencia al caminar.

FASCITIS PLANTAR

La fascia plantar es una banda de tejido elástica situada en la planta del pie, que soporta el impacto diario que se produce al caminar. De ahí que factores como, determinados deportes, un mal calzado, actividades repetitivas, peso excesivo o la presencia de un espolón en el hueso

calcáneo sean factores que pueden favorecer su aparición. Cuando esta fascia plantar se inflama se produce una fascitis plantar. Consiste en la inflamación de la fascia plantar (tejido elástico de la planta del pie).

- El **síntoma** más habitual es el dolor localizado en la planta del pie, en la zona del talón y que suele ser más notable cuando se inicia la marcha (al levantarnos o tras un periodo de inactividad), con la de ambulación prolongada y mejora con el reposo.
- **El diagnóstico** es relativamente sencillo, suele ser suficiente la historia clínica, con el interrogatorio al paciente sobre los síntomas y la exploración física de la zona, apareciendo dolor sobre todo en la dorsiflexión forzada del pie y los dedos.
- El **tratamiento** suele ser hielo y reposo, taloneras blandas, ejercicios específicos de estiramiento de la fascia plantar, al menos por ocho semanas, y antiinflamatorios conforman el tratamiento más conservador de este problema benigno. Aunque puede tener una larga evolución y producir limitación en la calidad de vida del paciente debido a las molestias ocasionadas para la actividad física diaria.

NEUROMA DE MORTON

Es el engrosamiento del nervio interdigital del pie debido a la presión ejercida sobre éste al andar, realizar deporte, utilizar calzado apretado y con tacón. Consiste en la inflamación del nervio interdigital del pie, en específico, del que se halla entre el tercer y el cuarto dedo. Estar mucho tiempo de pie, realizar actividades físicas intensas o usar calzado estrecho y de tacón favorece la aparición del neuroma de Morton.

El dolor es puntual y desaparece haciendo reposo o usando un calzado más ergonómico, pero con el paso del tiempo, la lesión se hace crónica y el dolor pasa a ser constante. Los nervios están recubiertos por una capa de mielina que los protege. Esta protección, como cualquier otra estructura, no es absoluta; los nervios también pueden verse sometidos a una inflamación crónica debido a una presión ejercida de manera constante o repetida sobre ellos, que genera un engrosamiento del nervio, en especial del que se halla entre el tercer y el cuarto dedo.

Los metatarsianos son los huesos que están en la base de los dedos de los pies. Éstos están unidos entre ellos mediante el ligamento metatarsiano, el cual les permite movilizarse como una unidad estructural. Cuando el pie se despega del suelo, todo el peso del cuerpo recae sobre la zona de los

metatarsianos; ramas de los nervios plantares que se encargan de la sensibilidad de los dedos de los pies, de manera que los nervios interdigitales quedan comprimidos entre el suelo y el ligamento. Los factores que influyen en la aparición del neuroma de Morton son:

- Ciertas deformidades de los dedos de los pies: los juanetes (o hallux valgus), los dedos en martillo o los pies planos predisponen el neuroma de Morton.
- Actividades físicas frecuentes de alta intensidad: realizar deporte de elevada intensidad como correr sin un calzado adecuado puede favorecer la aparición del neuroma.
- La compresión constante sobre el nervio interdigital produce que éste se irrite y se produzca un engrosamiento que causa dolor al caminar. Aparece una sensación de hormigueo o ardor, junto con un endurecimiento de la zona plantar y una sensación de ocupación.

En un inicio el dolor es puntual; sin embargo, con el paso del tiempo, la lesión se hace crónica y el dolor persiste sin importar el tipo de calzado o la actividad física.

El **diagnóstico** se basa en la explicación que hace el paciente del dolor, así como de la exploración física del mismo. Se puede reproducir el dolor mediante la compresión de la zona del pie afectada, en la zona interdigital, lo que se denomina el signo de Mulder. Después, se confirma una ecografía o una resonancia que permita ver el neuroma y la afectación de las estructuras circundantes.

El **tratamiento** inicial es conservador y consiste en el uso de ortopedia adecuada que permita reducir la presión sobre el espacio interdigital por el que transcurren los nervios, como plantillas acolchadas o bien almohadillas metatarsianas que permitan un mejor apoyo.

ENFERMEDAD ARTICULAR DEGENERATIVA

Dentro de la enfermedad articular degenerativa se encuentra la osteoartritis o artropatía degenerativa, que son las más comunes y atacan las articulaciones más usadas, así como las que soportan peso; se caracterizan por deterioro progresivo y pérdida del cartílago articular.

Etiología

La inflamación interviene en la patogenia de la osteoartritis y los productos de degradación del cartílago estimulan la salida de colagenasa; además de otras enzimas hidrolíticas de células en la membrana sinovial.

La detección para la inmunoglobulina y el complemento en la capa superficial del cartílago sugiere que los complejos inmunitarios pueden inducir la respuesta inflamatoria.

El cartílago sufre alteraciones en todos los planos de las fibrillas para colágeno y esto produce una separación en componentes individuales. Por último, la zona queda desnuda de colágeno. El hueso sucondral muestra actividad osteoblástica y osteoclática, y al final la lámina ósea se engrosa además se pone densa, lo cual produce una microfractura. Hay engrosamiento fibrótico de la cápsula y ligamentos articulares.

Cuadro clínico

- Dolor poco localizado, profundo y molesto, en ocasiones presenta rigidez de la articulación por la mañana.
- Hay dolor debido al cambio de clima.
- Crepitación en las superficies articulares.
- Movimientos limitados.
- A veces hay artritis aguda.
- Surgen nódulos de Heberden, y los de Bouchard en ocasiones producen parestesia o eritema.
- Derrames articulares.

Diagnóstico

Se diferencia de otra artropatía por el patrón de ataque articular y vascular.

Tratamiento

Se busca aliviar el dolor, así como conservar y mejorar la función. Se requiere de terapia ocupacional como física. Debe emplearse un bastón. Los ejercicios isométricos sirven para reforzar los músculos de la articulación y con ello protegerla. El dolor aminora y el movimiento articular mejora con la aplicación de compresas húmedas calientes o ultrasonido.

ENFERMEDADES NEUROLÓGICAS

PARÁLISIS FACIAL

Esta enfermedad tiene dos variantes **clínicas: central y periférica (o prosopoplejía).** La **parálisis central o supranuclear** se caracteriza por afectar la mitad inferior de la hemicara y respeta de manera parcial la hemicara superior, debido a que posee inervación bilateral.

Se produce por lesión del haz geniculado de la vía piramidal e integra el síndrome de la vía motora principal. La parálisis es de tipo espástico.

La **parálisis periférica** se da en todos los músculos de la cara, que comprenden los inervados por el séptimo nervio craneal. Se **denomina también afrigore**, pues se creía que su etiología era un enfriamiento brusco. En la actualidad se sabe que puede producirse por diversas causas. Se presenta por lo general en forma brusca, sin síntomas previos.

En la protuberancia, las fibras se cruzan de manera parcial con las del otro lado, de manera que el tercio superior de la cara recibe fibras directas y cruzadas, además la porción inferior sólo cruzada, lo que podría manifestarse por ligeras molestias en la vecindad de la oreja.

La parálisis muscular es de tipo fláccido y la cara se muestra desviada hacia el lado sano. Al paciente le resulta imposible cerrar el ojo del lado enfermo y cuando lo intenta, el globo ocular se dirige hacia arriba. A este movimiento visible se le **denomina signo de Bell**. En la región frontal desaparecen las arrugas naturales y la hemifrente se observa lisa, también se afecta el músculo de Horner, el punto lagrimal se desvía, por tanto, las lágrimas escurren hacia afuera. La comisura bucal está desviada hacia el lado sano. Al pretender abrir la boca, ésta toma una forma oval, conocida como signo de Pitres. Dada la hipotonía muscular, el ala de la nariz del lado afectado cae y la mejilla se hincha cada vez que el paciente respira y presenta así el signo del fumador de pipa. Existen variedades clínicas diversas según el sitio donde se asiente la lesión, pues el nervio facial va dando ramas con funciones motoras sensoriales y vegetativas bien determinadas.

Lesión fuera del agujero estilomastoideo: los signos aparecen del lado afectado, la boca se desvía, el alimento se colecta en carrillos y encías, se pierde sensibilidad facial profunda. El paciente no puede silbar, parpadear o cerrar el ojo.

Lesión en el canal del facial: afecta la cuerda del tímpano, se encuentran todos los signos anteriores y pérdida del gusto en los dos tercios anteriores

de la lengua, además de salivación reducida en el lado afectado.

Lesión alta en el canal del facial: afecta el músculo del núcleo estriado, presenta los signos de las dos anteriores más hiperacusia.

Lesión superior que afecta al ganglio geniculado: el inicio con frecuencia es agudo, hay dolor detrás del oído, infección por herpes zóster del tímpano y de la escama pueden preceder a la parálisis.

El síndrome de Ramsay Hunt es la parálisis de Bell, acompañada de herpes zóster del ganglio geniculado, hay lesiones herpéticas visibles sobre la membrana timpánica, el conducto auditivo externo y pabellón de la oreja.

Lesión del meato auditivo interno: signo de parálisis de Bell y sordera, por implicación del VIII nervio craneal. Lesiones del nervio facial a su salida del puente: parálisis de Bell, con afección de otros nervios, el V, VIII, y a veces VI, XI y XII nervios craneales.

Diagnóstico

- Manifestaciones clínicas (signo de Bell).
- Aparición de ptosis palpebral.
- Desviación de comisura bucal.
- Dificultad para contener la saliva.
- Alteración del gusto y el olfato.
- Electromiografía.

Tratamiento

- Calor local.
- Masaje en cara de forma bilateral.
- Electroestimulación por punto motor.
- Iontoforesis.
- Reeducación muscular frente a espejo.
- Imitar gestos que realiza el lado sano.

Cuando la parálisis de la comisura bucal es muy importante (marcada), se recomienda el uso de una férula. Siempre que sea posible, el tratamiento se dirige a la causa responsable, de esta manera se extirparán los tumores que compriman al nervio y las malformaciones vasculares. Se tratarán las infecciones y se liberará el nervio de las compresiones traumáticas. En caso de una sección, de ser posible, se realizará la sutura quirúrgica de los

dos cabos en forma directa o por medio de injerto, o la conexión con otro nervio.

DISARTRIA

Es un término que se refiere a un conjunto de trastornos del habla, los cuales se derivan de problemas de control motor —debilidad, disminución o incoordinación— del mecanismo del habla, causado por una lesión en el SNC o periférico, se divide en:

- **Disartria flácida:** las lesiones en los nervios derivarán en un habla caracterizada por una voz entrecortada, hipernasal, consonantes producidas de modo impreciso, volumen de habla reducido y escape de aire a través de la nariz (emisión nasal). Esta disartria se produce en pacientes con un ataque leve del tronco cerebral, con polio o con miastenia grave.
- **Disartria espástica:** si la zona de la lesión neurológica incluye a la motoneurona superior, se puede producir un estado espástico en el patrón del habla, caracterizado por una producción de consonantes imprecisa, un tono único, una voz melodiosa, ahogada, hipernasalidad e interrupciones ocasionales de tono.
- **Disartria atáxica:** los pacientes con trastornos cerebrales producen un patrón de habla característico, el cual incluye interrupciones irregulares y distorsión de la articulación del habla. Con frecuencia, estos pacientes exhiben una producción de consonantes irregulares e imprecisa, distorsión de las vocales, variación excesiva del volumen de sonido y en ocasiones voz áspera.
- **Disartria hipocinética:** los pacientes con trastornos de movimiento también muestran patrones únicos de disartria (Parkinson). Con frecuencia, individuos con este tipo de disartria hablan con un tono de voz único, con acentuación reducida, palabras precipitadas, silencio inadecuado y un volumen de habla reducido.
- **Disartria hipercinética:** los pacientes con trastornos de movimiento que derivan en una actividad motora excesiva, como la distonía o corea, exhiben una disartria hipercinética. El patrón incluye una producción imprecisa de consonantes, vocales prolongadas y distorsionadas, voz áspera, interrupciones irregulares de la articulación, variación excesiva del volumen de sonido y detenciones de la voz.
- **Disartria mixta**: combinación de cualquiera de las anteriores.

- **Agrafia**: es la incapacidad de expresar ideas por escrito.

PARKINSON

La enfermedad de Parkinson y el síndrome parkinsoniano son grupos de trastornos caracterizados por temblor, rigidez y alteraciones del movimiento voluntario, postura y equilibrio.

Etiología

- **Idiopática.** Variedad más frecuente, se presenta sin causa aparente, denominada enfermedad de Parkinson o parálisis agitante. Es la forma senil, se presenta en pacientes de 50 a 60 años de edad. Se trata de un proceso degenerativo de las células de los ganglios basales, del cual se desconoce la causa.
- **Encefalítica**. Se observa el trastorno, después de una encefalitis y se atribuye a virus la causa de cambios patológicos en la substancia gris del mesencéfalo. Por lo general, ataca a personas de ambos sexos, jóvenes, de 15 años en adelante.
- **Por fármacos y toxinas**. Causado por algunos fármacos (fenotiacinas, butirofenonas, metoclopramida, otros), es reversible. Las sustancias tóxicas causantes pueden ser manganeso, disulfuro de carbono, monóxido de carbono, plomo.
- **Arterosclerótico.** Debido a cambios vasculares, suele haber ateroma circulatorio de ganglios basales y de la cápsula interna. Con frecuencia se relaciona con demencia.
- **Otras causas**. Se observa en ocasiones síndrome de parálisis agitante como consecuencia de traumatismo craneal o choque eléctrico. No es raro que formaciones tumorales invadan ganglios basales. Muchos casos se atribuyen a una causa emocional, donde principalmente hay temblor psicógeno, pero no rigidez.

Patología

El proceso afecta sobre todo el cuerpo estriado, pálido y sustancia negra. También se han encontrado afecciones en cuerpo subtalámico, bulbo, hipotálamo, sustancia gris central alrededor del acueducto, tercer ventrículo y corteza cerebral. El proceso histopatológico es puramente degenerativo, consiste en la destrucción o lesión de células ganglionares de

núcleos de la base y desmielinización.

Rasgos clínicos

Temblor. Por lo general es asimétrico o unilateral, presenta contracción alternada de grupos musculares opuestos que causan más movimientos rítmicos de 4 a 6 Hz (ciclos/seg). Empieza en la mano cuando se está de pie, afecta más al brazo que a la pierna. Es más una molestia que una incapacidad. Su aumento es mayor con el reposo que con el movimiento voluntario. Un estado de ansiedad emocional también ocasiona su aumento. Con frecuencia, afecta la cara alrededor de la boca y luego se generaliza en todas las extremidades.

Rigidez. Es el incremento del tono muscular, con cierta resistencia uniforme al estiramiento pasivo. Se describen dos tipos:

- Caña de plomo: cuando la resistencia es uniforme y plástica.
- Rueda dentada: la resistencia es intermitente.

Este trastorno del tono es la causa de la postura flexionada, es en parte responsable de la aparición de dolor muscular. Puede ser asimétrica y unilateral, puede afectar los músculos de cuello, antebrazo o muslo, puede incrementarse por la tensión nerviosa o el ambiente frío.

Postura. Cuando el paciente está de pie, ocurre una característica "**postura de simio**" que consiste en: rodillas y caderas semiflexionadas, hombros redondeados, cabeza hacia adelante, brazos encorvados a través del cuerpo. Con poca frecuencia la postura tendrá una tendencia a inclinarse hacia atrás, en posición bastante erecta. Al sentarse tiende a hundirse en el asiento. La postura anormal puede corregirse de manera voluntaria, pero de forma temporal con esfuerzo y concentración.

Equilibrio. Al estar de pie, hay tendencia de caer hacia adelante, no hay capacidad de realizar movimientos rápidos compensatorios para recobrar el equilibrio, son con facilidad derivados. Existe dificultad para girarse o levantarse de una silla, porque no se puede juzgar de manera automática la ubicación del centro de gravedad sobre los pies, en consecuencia, caen hacia atrás con cada intento de levantarse.

Marcha. Cuando el paciente comienza a caminar, es incapaz de derribar su centro de gravedad, de modo que su marcha es de pasos cortos, arrastra los pies, hay ausencia de balanceo de brazos y tiende a inclinarse demasiado hacia adelante, como "cazando" su centro de gravedad.

Pareciera que sus pies estuvieran pegados al suelo. En casos avanzados, el pie tiende a caminar rápido para impedir la caída (marcha apresurada) y tiene dificultad para detenerse.

Movimientos automáticos. Están reducidos o perdidos. El paciente parpadea con frecuencia, adopta facie de máscara (inmóvil de modo relativo, hendiduras palpebrales anchas, fijeza en la expresión facial, la sonrisa se desarrolla y desaparece con lentitud), la voz es baja y mal modulada, de habla lenta y suave. No hay movimientos acompañantes en las manos. Al caminar, lleva los brazos colgados sin balancearlos. El tragar saliva no se realiza de manera automática, por tanto hay tendencia a babear. La tos refleja puede ser deficiente. La escritura es pequeña, temblorosa, difícil de leer. La magnitud y velocidad de los movimientos se reduce (acinesia). Los movimientos repetitivos (batir o cepillar) están afectados. Se alteran los movimientos fi nos o rápidos, pero los coordinados (conducir, limpieza) pueden plantear pocos problemas, aunque son más lentos de lo normal.

Alteración de conducta. Los pacientes se sienten deprimidos y frustrados. La falta de expresión facial espontánea y gestos durante la conversación causa malos entendidos, además de que pueden ser la causa de aislamiento y falta de comunicación.

Tratamiento

El objetivo de la fisioterapia es ayudar al paciente a mantener su independencia tanto como sea posible. Se aconseja a familiares y ayudantes de cómo manejar a la persona afectada a medida que la enfermedad progresa y establece incapacidades.

Clasificación de discapacidad

- Compromiso unilateral: pequeña alteración funcional o ninguna.
- Compromiso bilateral: sin alteraciones del equilibrio.

Discapacidad leve o moderada

Primeros signos de alteración con referencia de enderezamiento. Restringido en el aspecto funcional en sus actividades, puede llevar una vida independiente. Discapacidad leve o moderada.

Discapacidad grave

Discapacitado de manera grave o severa. Capaz de caminar y ponerse de pie sin ayuda, pero notablemente impedido. Confinado a la cama o silla de ruedas, a menos que lo ayuden. Además, el paciente está deprimido, ansioso, tiene poca memoria para hechos recientes, tiene dificultad para aprender nuevas tareas. La enfermedad es un trastorno de deterioro lento y a pesar de que el paciente puede mejorar su desempeño, como resultado de la fisioterapia, quizá requiera a largo plazo, refuerzo del tratamiento en el curso de su enfermedad, a medida que se presentan nuevas dificultades.

Dificultades funcionales

Los patrones imperfectos de movimiento deben analizarse y corregirse. Debe encontrarse y practicarse de manera repetida una forma alternativa de cómo realizar el movimiento, hasta que el paciente adquiera pericia en ella.

Marcha

Con este ejercicio se trata de enseñar al paciente a colocar los talones en el suelo para hacer que su centro de gravedad regrese a la posición normal, se enfatiza con órdenes verbales “talón-talón”, “talón-dedos”, intentando reducir la aparición de congelamiento y festinación. Se colocan huellas en el suelo y se trata de que dé pasos largos.

Reacciones de equilibrio

Se intenta mejorar la capacidad para iniciar el movimiento de manera rítmica y bilateral, así como para aumentar la desviación de todos los movimientos de rotación y extensión. Los movimientos rotatorios de hombros, brazos y caderas, proporcionan la sensación de libertad. Los movimientos pasivos de brazos que estimulan rotación de tronco, permiten la expansión del tórax.

Atención de postura

El entrenamiento de la atención a la postura consiste en que el paciente se coloque en decúbito, sentado y de pie, y que camine. Se actúa en posición de antigravedad por parte del paciente, para enfatizar la alineación normal del cuerpo y evitar la tendencia a inclinarse. La posición en decúbito ventral se propone para estimular la extensión.

Relajación

Puede ser útil, en particular si el paciente se queja de excesiva ansiedad o discinesias, y molestias. Se recomiendan ejercicios de respiración diafragmática para estimular la expansión del tórax.

Respiración

Además de la relajación, la respiración profunda se utiliza para mejorar el lenguaje, aumentar el volumen del sonido y el número de palabras por respiración.

Actividades básicas de la mano

Estas actividades tratan de que se mejoren las funciones de presión, del equilibrio y la relación visual mano-ojo.

Tipos de terapia

Los menos discapacitados responden a actividades grupales, lo cual les benefician en la interacción con otros individuos. Quienes presentan mayor grado de discapacidad deben tener atención individual no en grupo.

Terapia ortofacial (cavidad oral)

Respiración:

- Vibración en lengua, aumentará la articulación y deglución.
- Estimular la buena postura para facilitar el comer y beber.

Consejo familiar: tanto familiares como los ayudantes deben dejar que el paciente sea tan independiente como sea posible. Es decir, dejarlo hacer las cosas por sí solo, aunque le cueste más trabajo realizarlas. También se pueden modificar las rutinas diarias de modo que el paciente se sienta capaz de hacerlas. Enseñar a los familiares cómo ayudar al paciente cuando experimente dificultades de movimiento, enseñar sugestiones verbales y visuales que alienten el movimiento del paciente en momentos así. La terapia ocupacional es de gran utilidad.

ESCLEROSIS LATERAL AMIOTRÓFICA

De etiología desconocida, afecta al adulto de alrededor de 50 años de edad (sexo masculino). Esta degeneración al sistema nervioso motor relaciona

lesiones periféricas (daño de las motoneuronas periféricas y en especial de las células del asta anterior de la médula) y lesiones piramidales (daño de los cordones laterales vía corticospinal).

Con frecuencia ataca los nervios craneales y el bulbo raquídeo (parálisis labioglosafaríngea, trastornos respiratorios). La instauración de los trastornos produce de manera regular y el daño es fragmentado (como en la esclerosis múltiple).

El daño periférico produce amiotrofia, que con frecuencia comienza por las manos (amiotrofia esquelética de la mano, mano en garra, muñeca flexionada) y sube de manera progresiva hacia la cintura escapular. En los miembros inferiores el daño es más discreto y se manifiesta sólo por un afinamiento de las pantorrillas o a menudo de la curvatura del pie. El síndrome piramidal se manifiesta en la mayor parte de los casos, por una exageración de los reflejos tendinosos, pueden hallarse, aunque con muy poca frecuencia, parálisis espásticas. La evolución de la enfermedad hacia el desenlace puede durar de 3 a 4 años como máximo, pero todo está en función del momento de la aparición de los trastornos bulbares.

Tratamiento

Se tienen dos finalidades; primero mantener al máximo las posibilidades funcionales del paciente y, en segundo lugar, desde el punto de vista psicológico, evitar que el paciente caiga en depresión.

- Ejercicios funcionales.
- Marcha.
- Ejercicios de mano.
- Ejercicios respiratorios.

Se lucha contra las deformidades, además de mantener en buen estado ortopédico el mayor tiempo posible, movilización pasiva y activa.

ESCLEROSIS LATERAL AMIOTRÓFICA (ELA)

La esclerosis lateral amiotrófica (ELA) es una enfermedad progresiva y degenerativa de causa desconocida, que se caracteriza por la afectación las neuronas que controlan la vía motora, más en concreto, los movimientos musculares voluntarios.

Existe daño a nivel de la primera motoneurona encargada de transmitir el

impulso eléctrico desde el córtex cerebral hasta la segunda motoneurona, y de ésta última, situada en la médula espinal y encargada de transmitir el impulso hasta los músculos para su movilidad, siendo en ambos casos un impulso voluntario.

Afecta de manera predominante a varones, con una edad de inicio entre los 40 y los 70 años. Aunque la causa es desconocida, se han implicado diferentes agentes, desde inmunológicos, virales, ambientales, genéticos hasta alimentarios sin clara correlación con la enfermedad. Existe una forma esporádica (la más frecuente: 90-95% de los casos) y una forma familiar de herencia autosómica dominante que afecta a pacientes más jóvenes.

Los síntomas fundamentales son los derivados de la presencia de una debilidad muscular progresiva, de inicio en extremidades superiores, con afectación de la musculatura distal y de forma asimétrica. A medida en que avanza la enfermedad, la afectación suele ser bilateral y en la musculatura proximal, así como también en la musculatura encargada de la deglución y de la articulación del lenguaje produce la parálisis de la misma, con aparición de disfagia, disartria y atrofia lingual. Es característico en este momento el cambio de la voz, volviéndose de tipo nasal. No hay afectación de la sensibilidad ni de la musculatura ocular. Tampoco existe demencia asociada. Cuando la enfermedad está en una fase avanzada se produce la afectación de la musculatura respiratoria, causante en la mayoría de los casos de la muerte del paciente.

SÍNDROME DE GUILLAIN-BARRÉ

Esta polineuritis puede presentarse a cualquier edad, desde la lactancia hasta la madurez. Alrededor de 75% de los niños presentan síntomas gastrointestinales o respiratorios.

Inespecíficos, desde varias semanas antes. Se ha informado su aparición consecutiva a mononucleosis infecciosa, parotiditis y rubéola. Parestesias y disestesias pueden preceder o acompañar la debilidad, que por lo general empieza en las piernas, para extenderse a manos y brazos. En un reducido número de casos se nota que la debilidad proximal es mayor a la distal. Alrededor de 50% de los casos, los nervios craneales están afectados y es común que haya diplejía facial. El grado de debilidad muscular varía, éste es simétrico y sobre todo distal. Los reflejos osteotendinosos están abolidos o reducidos, la respuesta plantar casi nunca es extensora. Los trastornos sensoriales son mínimos, pero el sentido de la posición puede

estar alterado, aunque con menor frecuencia también puede estar disminuida la percepción de la ubicación, el tacto y los receptores del dolor, así como la temperatura.

Con frecuencia, los pacientes se quejan de ardor y dolor muscular. Puede haber disfunción autónoma que se manifiesta como rubor cutáneo en el rostro, presiones arteriales lábiles y arritmias cardiacas. Alrededor de 80% de los pacientes presentarán una disminución en las velocidades de conducción del estímulo nervioso, en algún momento durante la enfermedad. Un número reducido de niños sufren exacerbaciones en el transcurso de meses o años, mientras que otros presentan un curso fluctuante, sin que la recuperación sea nunca completa entre los episodios. Este daño es simétrico, puede ser global o predominar en las extremidades.

Tratamiento

En el periodo de la parálisis es necesario: el control de la posición para evitar contracturas y deformidades. Prevención y tratamiento eventual de las escaras. Movilización pasiva de las extremidades en todos sus arcos de movimiento. Control de los músculos respiratorios y prevención de obstrucción bronquial. La termoterapia analgésica proporciona masaje trófico de los músculos y la piel. El trabajo será fraccionado y de corta duración, debido a que el paciente es muy lábil a la fatiga.

En el periodo de regresión la verdadera reeducación se inicia en cuanto aparecen los primeros signos de regresión, y se continúa con los cuidados del primer periodo.

Movilización de todas las articulaciones, de manera progresiva activo-pasiva, activa y luego activa con resistencia. También se encuentran mecanoterapia, hidroterapia, retorno progresivo a la posición de sentado, a la posición de pie, reeducación de la marcha. Terapia Respiratoria: después que al paciente se le retire del ventilador, se tienen que hacer por parte del paciente un trabajo activo de los músculos abdominales, de los intercostales y el diafragma, reeducación funcional. El empleo de espirómetros incentivos que son ejercitadores de los músculos intercostales son lo más empleados, entrenamiento de las ADVH /actividades de la vida diaria humana, vestirse, asearse, comer, vestirse etc) y ejercicios de coordinación. La reeducación de un paciente afectado por Guillain-Barré es una tarea de largo plazo y paciencia, debido a que puede prolongarse por varios meses, incluso un año.

POLIOMIELITIS

Afección viral que ataca las células nerviosas del asta anterior de la médula (células motrices). Provoca la parálisis flácida de los músculos, cuya inervación procede de las neuronas dañadas. Las parálisis son reversibles de modo parcial, pues si bien la mayor parte de las neuronas de la región comprendida están afectadas en la fase aguda, tan sólo una parte está destruida en verdad y las neuronas no destruidas toman de manera progresiva la función de aquéllas.

Evolución

La enfermedad comienza por un estado febril premonitorio, acompañado de inflamación faríngea, vómitos y trastornos intestinales. Hacia el tercero y cuarto días, y durante un máximo de 48 h, aparecen parálisis en forma repentina y masiva distribuidas de modo irregular. Son parálisis de tipo periférico, flácidas con arreflexia y contracturas locales de los músculos paralizados. La parálisis puede afectar la función respiratoria, sea por daño de los músculos abdominales y respiratorios, sea por daño bulbar con parálisis de los pares craneales, así como pérdida de la deglución. En cuanto aparecen los daños respiratorios, es importante encontrar la causa para solucionarla lo más rápido posible, debido a que el pronóstico vital depende de ello.

Periodo de regresión

En ciertos músculos o grupos de músculos, la regresión es total y se observa un trastorno progresivo de la movilidad voluntaria, en el caso de otros músculos esta regresión es parcial y en algunos, la parálisis se instala de manera definitiva. El último periodo es de recuperación muscular por reinervación del músculo por las fibras nerviosas, las cuales permanecieron sanas, este periodo es prolongado, ciertos músculos se atrofian por completo. En este periodo se instalan también trastornos tróficos de los huesos, ligamentos, piel, trastornos vasomotores y deformaciones debidas a los desequilibrios musculares. Las siguientes, son las principales deformidades ortopédicas que pueden encontrarse:

- Pelvis oblicua.
- Escoliosis sobre pelvis oblicua.

- Diferencia de longitud de los miembros inferiores.
- *Flexum* de cadera.
- Rodillas: *recurvatum valgum*.
- Pie valgo, varo o equino.

Tratamiento

Periodo premonitorio: reposo absoluto en cama en la aparición de la parálisis.

- Control de la posición: poner al paciente en decúbito dorsal o ventral y controlar la correcta posición de cada parte del cuerpo, con la finalidad de prevenir la aparición de deformidades ortopédicas. Se lucha contra las contracturas y dolores musculares, además de dar mantenimiento del trofismo muscular, debe estimularse la movilización pasiva diaria.

Periodo de regresión: es la lucha es contra las deformaciones, las contracturas y las exacerbaciones.

- Evitar la contracción de los músculos paralizados y reforzar los músculos paréticos.
- Reforzar la musculatura sana que permita compensar los músculos paralizados.
- Hidroterapia que permitirá la distensión de las contracturas y retracciones musculares además de mantener el trofismo, sobre todo en los niños.
- Se proporciona masaje con los siguientes fines: distensión muscular, disminución de las contracturas y de las retracciones, refuerzo de la musculatura, así como activar la circulación.

Periodo de recuperación muscular: periodo de reeducación prolongado, dos años como mínimo en el adulto y durante todo el crecimiento en el niño. La lucha contra las deformaciones ortopédicas, igual que en los periodos premonitorio y de regresión, hay mayor empleo de aparatos ortopédicos, en especial para la marcha, para la corrección de la escoliosis y para ciertos pacientes será el momento de enfrentar una intervención quirúrgica (trasplante muscular, artrodesis, acortamiento o alargamiento óseo).

Reforzar la musculatura paralizada o parética, así como la musculatura sana, igual que en el periodo anterior, pero con mayor intensidad. La hidroterapia es el complemento indispensable para la reeducación

muscular y la lucha contra los trastornos vasomotores, así como tróficos. Se proporciona masaje con la finalidad especial de mejorar la circulación y que sea estimuladora. La electroterapia tiene finalidad termoterapeútica para trastornos vasomotores y de crecimiento. También hay reeducación funcional, adaptación a los aparatos, colocación y empleo, así como reeducación para la marcha y reeducación respiratoria preventiva. En el caso de la readaptación para el esfuerzo es necesario entrenar al máximo al paciente para resistir obstáculos y dificultades. Readaptación a las actividades diarias de la vida humana.

DISREFLEXIA AUTONÓMICA

Ese el síndrome asociado con daño de la médula espinal por encima del nivel medio torácico caracterizado por un marcado incremento en la respuesta simpática a pequeños estímulos como son la distensión de la vejiga o del recto. Las manifestaciones clínicas son hipertensión; taquicardia (o bradicardia refleja); fiebre; rubor; e hiperhidrosis. La hipertensión extrema puede asociarse con un accidente cerebrovascular.

SÍNDROME DE SHY DRAGER

Condición neurodegenerativa progresiva de los sistemas nervioso central y autonómico caracterizada por atrofia de las neuronas de los cuernos preganglionicos de la médula espinal torácica, lo que diferencia a esta condición de otras formas de hipotensión idiopática ortostática (hipotensión, ortostática). Esta enfermedad, en general, se considera como una variante clínica de atrofia múltiple de sistemas. Los pacientes afectados se presentan en la quinta o sexta década de la vida con ortostasis y disfunción de la vejiga; y después se produce incontinencia fecal, anhidrosis, ataxia, impotencia; y alteraciones del tono sugestivas de disfunción de los ganglios basales.

SÍNDROME DE HORNER

Síndrome que se asocia con inervación simpática defectuosa en un lado de la cara, incluyendo al ojo. Las características clínicas incluyen miosis, blefaroptosis ligera y anhidrosis hemifacial (disminución de la sudoración). Las lesiones del tronco cerebral, médula espinal cervical, primera raíz nerviosa torácica, lóbulo apical del pulmón, arteria carótida,

seno cavernoso y del ápice de la órbita pueden originar esta condición.

SÍNDROMES DE DOLOR REGIONAL COMPLEJO

Se caracterizan por dolor que afecta a una extremidad u otra región del cuerpo, hiperestesia, y disfunción autonómica localizada luego de una lesión del tejido blando o del nervio. El dolor se asocia, en general con euritmia, cambios de la temperatura de la piel, actividad sudomotora anormal (es decir, cambios en la sudoración debidos a una alteración de la inervación simpática) o edema.

ENCEFALITIS

La encefalitis es una inflamación del cerebro causada por una sustancia extraña o por una infección viral. Los síntomas de esta enfermedad incluyen cefalea, dolor de cuello, somnolencia, náusea y fiebre, puede ser letal para los humanos.

MENINGITIS

La meningitis es la inflamación de las meninges (membrana) del cerebro y de la médula espinal. Es causada por una infección bacteria o viral. Fiebre, vómitos, presencia de petequias y rigidez en el cuello y datos de irritación meníngea; pueden ser síntomas de meningitis.

SÍNDROME DE ENCLAUSTRAMIENTO

También conocido como síndrome de cautiverio se debe a una lesión en el tronco cerebral que daña el puente tronco encefálico. Es una condición en la que el paciente está despierto, pero sufre de parálisis de todos o casi todos los músculos voluntarios del cuerpo y no se puede comunicar o moverse. Las causas pueden ser daño traumático del cerebro, enfermedad del sistema circulatorio, daño de las células nerviosas y sobredosis de medicamentos.

SÍNDROME DE TOURETTE

El síndrome de Tourette es un trastorno neurológico hereditario. El inicio

de la enfermedad puede presentarse durante la infancia y se caracteriza por tics físicos y verbales. La causa exacta del síndrome de Tourette, fuera de los factores genéticos, es desconocida.

PROBLEMAS NEUROLÓGICOS DE LOS DIABÉTICOS

Al tener la glucosa elevada con el tiempo puede dañar la capa que cubre los nervios o los vasos sanguíneos que transportan el oxígeno a los nervios. Los nervios dañados pueden dejar de enviar mensajes o enviar las señales nerviosas con mayor lentitud o en momentos equivocados.

NEURALGIA

Es un dolor agudo muy fuerte que sigue la ruta de un nervio y se debe a la irritación o daño a dicho nervio. Las causas de la neuralgia abarcan: irritación por químicos, insuficiencia renal crónica, diabetes, infecciones como herpes zóster (culebrilla), VIH, sífilis y enfermedad de Lyme, los síntomas son aumento de la sensibilidad de la piel a lo largo de la ruta del nervio dañado, de manera que cualquier contacto o presión se siente como dolor, entumecimiento a lo largo de la ruta del nervio; en el mismo lugar para cada episodio es agudo y punzante. Puede aparecer y desaparecer (intermitente) o ser constante, pero empeorar cuando el área se mueve.

NEURALGIA DEL TRIGÉMINO

La neuralgia del trigémino es el dolor producido en una zona de la cara inervada por el nervio trigémino (nervio craneal V). Éste se ramifica en tres ramas y es el principal nervio sensitivo de la cabeza. También es el nervio encargado de la masticación.

Aparece en un principio a partir de los 50 años y predomina en mujeres. Las causas no están bien establecidas, pero parece que se origina por fenómenos de desmielinización (pérdida de las células que envuelven y protegen el nervio) de forma secundaria a la compresión del mismo en algún tramo de su recorrido. Se caracteriza por un dolor facial muy intenso, agudo, punzante o superficial que se produce en las zonas inervadas por el nervio trigémino de forma espontánea. La neuralgia del trigémino idiopático (sin enfermedad asociada) suele presentar remisiones que duran meses o años, pero con frecuencia se repiten las crisis de nuevo

y con menor frecuencia entre ellas.

ARTERITIS DE LA TEMPORAL (ARTERITIS CRANEAL O DE HORTON)

Es una vasculitis que afecta a la arteria temporal que se localiza en la zona frontal izquierda y derecha de la cabeza. Su máxima incidencia es a partir de los 80 años de vida con una doble prevalencia en mujeres respecto a varones. Cerca del 50% presenta polimialgia reumática asociada. Se manifiesta de manera clínica con cefalea en 60 a 90% de los casos. Se trata de una cefalea de características diferentes a las habituales y de aparición reciente. Suele acompañarse de dolor en el cuero cabelludo y de claudicación mandibular (pérdida de fuerza en la articulación mandibular favoreciendo a la caída de la mandíbula), signo que apoya al diagnóstico. La palpación de las arterias temporales muestra un endurecimiento y disminución o ausencia de sus pulsos.

La complicación más grave de la arteritis de la temporal es la pérdida de visión de uno o ambos ojos, de forma total o de un campo visual. Suele ser de aparición brusca y previamente ya han existido molestias oculares. Los criterios diagnósticos de la polimialgia reumática son:

- Dolor y/o rigidez simétrica en hombros.
- Síntomas en menos dos semanas.
- Rigidez matutina de más de 1 h de duración.
- VSG superior a 40 mm/h.
- Edad superior a 65 años.
- Depresión o pérdida de peso.
- Dolor a la palpación de la musculatura proximal de los brazos.

El diagnóstico definitivo de la arteritis de la temporal se realiza mediante la biopsia de la arteria temporal superficial. Es un procedimiento sencillo en el que se debe extirpar un segmento de 3 cm para su estudio. Sin embargo, existen unos criterios diagnósticos clínicos para la arteritis de la temporal, que son:

- Edad superior a 55 años.
- Mejoría clínica en las primeras 48 h tras haber iniciado el tratamiento con corticoides.

- Duración de los síntomas superior a tres semanas.
- Biopsia de la arteria temporal positiva.
- Polimialgia reumática.
- Claudicación mandibular.
- Anomalías a la exploración física de la arteria temporal.
- Manifestaciones sistémicas (fiebre, cansancio, anorexia, pérdida de peso).
- Cefalea de aparición reciente o de características diferentes a las habituales.
- Alteraciones visuales.

El diagnóstico se establece con la presencia de los tres primeros criterios más otros tres de los comprendidos entre el quinto punto y el décimo. La ausencia de lesiones de la biopsia no excluye el diagnóstico. El pronóstico es bueno, sólo un pequeño grupo de pacientes presenta complicaciones graves como rotura de aneurisma aórtico, accidente vascular cerebral o infarto al miocardio. El ejercicio diario es importante para mantener la flexibilidad de las articulaciones y la musculatura.

ENFERMEDADES AUTOINMUNES

ESPONDILITIS ANQUILOSANTE

Es una enfermedad inflamatoria de la columna vertebral que afecta en todos los casos a las articulaciones sacro ilíaca. Su evolución natural es hacia la anquilosis del raquis con la consecuente pérdida de elasticidad de la columna.

Se presenta, con mayor frecuencia, entre los 20 y los 40 años. La edad promedio de aparición es a los 27 años con predominio en varones. El inicio después de los 45 años o antes de los 9 es excepcional. La causa es desconocida aunque se conoce la relación entre esta enfermedad y el antígeno HLA-B27, transmitido por herencia genética. También se piensa que existen otros factores determinantes en la enfermedad, como son una alteración en la respuesta inmune, un agente infeccioso u otros todavía desconocidos.

La afectación de la articulación sacroilíaca (unión entre el sacro y la pelvis) es constante y a partir de ésta, la inflamación se produce de manera ascendente por el raquis con tendencia a la fusión de los cuerpos vertebrales mediante proliferaciones óseas (sindesmofitos) originando la llamada **columna salomónica o en caña de bambú** en las formas avanzadas. En la mayoría de los casos, el inicio es insidioso, con molestias leves a moderadas en la columna, llegando al diagnóstico a los 3 años aproximadamente del inicio de la sintomatología.

El **síntoma principal** es el dolor, con mayor frecuencia en la zona lumbar, siendo característico que despierte al paciente obligándole a levantarse y a caminar unos minutos o a repetidos cambios de postura. Este dolor no se relaciona con el esfuerzo y se alterna con periodos sin dolor. La rigidez lumbar también es frecuente, de predominio matutino que va mejorando con la actividad física. Ambos aspectos se van alternando con periodos de remisión hasta la aparición de nuevos brotes de dolor y/o rigidez.

La afectación respiratoria se debe a la afectación de la articulación manubrio esternal, condroesternal y esternoclavicular y puede ser en forma de dolor torácico como forma de presentación. En la mitad de los pacientes se producen alteraciones en las articulaciones periféricas. La más importante es la de las caderas, que es crónica, en general bilateral y suele provocar una importante incapacidad. Entre las manifestaciones extraarticulares de la espondilitis anquilosante, destaca la afectación ocular

en forma de iritis aguda. No suele dejar secuelas y suele ser unilateral.

A nivel cardiaco, la afectación de la aorta es lo más característico, en forma de insuficiencia, y la afectación pulmonar es debida a la alteración de la movilidad respiratoria provocando disfunciones en las pruebas funcionales. Existe también cierta inestabilidad en la columna cervical cuando ésta se afecta, provocando lesiones de médula cervical y luxaciones cervicales. No existe un tratamiento curativo. Se basa en reducir el dolor y la rigidez, y evitar la anquilosis de la columna vertebral y articulaciones periféricas, manteniendo al paciente con la mayor calidad de vida posible.

Es una enfermedad en la que el reposo absoluto está contraindicado, por la gran tendencia que tiene a la anquilosis. Es recomendable realizar ejercicios que permitan una buena extensión de la espalda, como puede ser la natación. Es importante que el paciente sea enseñado en la práctica de ejercicios para evitar la anquilosis por parte de profesionales para hacerlos después en su casa de forma diaria. No se recomiendan corsés porque favorecen la inmovilización de la columna, pero sí colchones duros, con una tabla debajo, y con almohadas delgadas. De esta manera, la evolución de la enfermedad es buena. Sólo una minoría evolucionará de manera desfavorable, a pesar del tratamiento médico y rehabilitador utilizado. La rigidez es la secuela más habitual, provocando la reducción de la capacidad funcional del enfermo.

ENFERMEDAD DE RAYNAUD

Se diferencia el fenómeno, el síndrome y la enfermedad de Raynaud. El fenómeno de Raynaud es la presencia de cambios de coloración en las regiones más distales de las extremidades, en general, en los dedos de las manos. Los cambios de coloración siguen un orden: primero aparece palidez cutánea, seguida de cianosis y al final de rubor (enrojecimiento).

Cuando el fenómeno de Raynaud aparece de forma aislada, sin enfermedad asociada, se conoce con el nombre de enfermedad de Raynaud, aparece en mujeres entre los 10 y 30 años, con frecuencia sensibles, y en ocasiones relacionado con migraña.

La causa es desconocida, aunque la herencia juega un papel importante. Se correlaciona con diferentes entidades que pueden actuar como desencadenante del fenómeno como pueden ser: microtraumatismos repetidos (p. ej., pianistas), enfermedades del colágeno como la esclerodermia, enfermedad arterial oclusiva como las trombosis o

embolias, discrasias sanguíneas como la crioglobulinemia, intoxicaciones por fármacos o metales, síndromes compresivos, enfermedades del sistema nervioso y otras.

En la enfermedad de Raynaud, las crisis de los cambios de coloración ya descritas del fenómeno de Raynaud, aparecen en relación con la exposición al frío y en situaciones de estrés emocional, a menudo de forma bilateral y con predominio en las extremidades superiores. Entre las crisis, los pacientes presentan leve frialdad en las extremidades con discreta hiperhidrosis (aumento de sudoración). Cuando se trata de un síndrome de Raynaud, la presentación puede ser unilateral y no tan relacionada con el frío o con estados emocionales.

El **diagnóstico es clínico,** relativamente sencillo debido a los síntomas muy característicos. La dificultad radica en diferenciar una enfermedad (sin causa clara) o un síndrome (secundario) de Raynaud. Para ellos se debe realizar una detallada historia clínica, junto a un análisis minucioso de las posibles causas.

Puede ser de utilidad la realización de un análisis de sangre completo para descartar, sobretodo, enfermedades reumáticas asociadas, así como la realización de una radiografía para evaluar la presencia de síndromes compresivos como la costilla cervical.

ESCLEROSIS SISTÉMICA

Los tejidos conectivos o conjuntivos son aquellos cuya función primordial es aportar sostén e integración sistémica al organismo. Estos tejidos permiten diferenciar estructuras y zonas dentro de los órganos, separarlos entre ellos, conseguir una cohesión la cual permita que los diferentes componentes del organismo no estén amontonados unos sobre otros sin forma alguna y son el medio por donde los vasos y los nervios circulan.

Existen diversos tipos de tejidos conectivos, algunos especializados, como el tejido óseo o el cartílago, y otros menos especializados, como el tejido adiposo o las serosas que recubren los músculos, los órganos y las articulaciones. Si se produce una alteración del tejido conectivo de manera que este se produzca en exceso y, por tanto, constriña vasos, órganos, piel y diversos tejidos, éstos sufren una fibrosis, lo cual altera tanto su forma como su funcionalidad. Cuando esto se produce en tejidos concretos y por alteraciones vasculares, inmunológicas y del colágeno se dice que el paciente sufre una esclerosis sistémica.

La esclerosis sistémica es causada por alteraciones a nivel de los vasos,

que se obstruyen y se vuelven más frágiles, a nivel de los fibroblastos, que producen colágeno en exceso y van formando placas que afectan a los órganos y tejidos que sostienen, y a nivel inmunológico, pues se han detectado anticuerpos que atacan a tejidos del organismo que no reconocen como propios, como los anticuerpos ANA, los llamados anticuerpos Scl-70 o los anticuerpos anticentrómero; es por estos anticuerpos que la esclerosis sistémica se considera una enfermedad autoinmune. Dentro de la esclerosis sistémica se diferencian dos formas:

- **Esclerosis sistémica difusa:** con una afectación cutánea de rápida evolución que se inicia a nivel distal y va progresando a las zonas más proximales. Se asocia a alteraciones gastrointestinales, pulmonares, renales, cardíacas y articulares.
- **Esclerosis sistémica limitada:** de progresión lenta y afectación exclusiva de dedos y dorso de las manos y antebrazos. Se asocia al síndrome de Raynaud y con el paso del tiempo también se da afectación pulmonar y gastrointestinal. Cabe decir que existe una forma de esclerosis cuya afectación es meramente cutánea, la llamada **esclerodermia localizada**. Su mecanismo de acción es similar, pero sólo afecta a la piel, el tejido subcutáneo, el músculo y en ocasiones al periostio. Suele manifestarse en la infancia y muy rara vez afecta a otros órganos. Esta enfermedad afecta a muchos órganos y sistemas, de ahí su nombre de esclerosis sistémica. Por aparatos, las diferentes manifestaciones de esta entidad pueden ser:
- Cutáneas:
  - Esclerosis distal de dedos.
  - Dedos edematosos.
  - Síndrome de Raynaud.
  - Pérdida de los pliegues cutáneos, lo que limita la movilidad y reduce la expresión facial, característico de estos pacientes.
  - Ulceraciones en las puntas de los dedos, denominadas cicatrices “de mordedura de rata”.
  - Alteraciones en la pigmentación.
- Telangiectasias y calcificaciones en tejidos blandos.
- Musculoesqueléticas:
  - Dolor e inflamación articular por inflamación de la sinovial.
  - Afectación muscular y tendinosa.
- Digestivas:
  - Alteración de la movilidad del esófago y del esfínter inferior, lo que

conlleva reflujo gastroesofágico.
  - Enlentecimiento de la motilidad gástrica y duodenal.
  - Malabsorción intestinal a causa de la fibrosis.
  - En menos de una quinta parte de los pacientes se asocia a cirrosis biliar.
- Pulmonares:
  - Afectación intersticial, sobre todo en la parte inferior de los pulmones, con una dificultad respiratoria progresiva que es la principal causa de muerte de estos pacientes.
  - Inflamación pleural con posible derrame.
  - Fibrosis alveolar con una consiguiente hipertensión pulmonar.
- Cardiacas:
  - Pericarditis y fibrosis del miocardio, con lo que se dificulta el llenado y vaciado del corazón.
  - Hipertensión arterial.
  - Arritmias y alteraciones de la conducción.
- Renales:
  - Insuficiencia renal, una de las principales causas de muerte en estos pacientes.
  - Hipertensión arterial maligna.
- Neurológicas:
  - Polineuropatías.
  - Neuralgia del nervio trigémino.
  - Parestesias.

La terapéutica de la esclerosis sistémica se basará sobre todo en el tratamiento de los síntomas, en fármacos que puedan inhibir la síntesis del colágeno, en evitar factores externos que puedan agravar los síntomas, como el frío o el tabaco, y en potenciar el ejercicio físico moderado. La esclerosis sistémica es una enfermedad de origen autoinmune, con lo cual no existen medidas preventivas para evitarla.

OTRAS

ENFERMEDAD DE PAGET

El tejido óseo está compuesto por material extracelular calcificado, la llamada matriz ósea, y diferentes tipos de células. Las principales células del tejido óseo son los osteocitos, que son las células óseas maduras que se hallan en el hueso formado por completo, los osteoblastos y los osteoclastos.

Los osteoblastos son las células que se encargan de la formación de matriz ósea; la van creado a su alrededor y cuando ésta se mineraliza quedan atrapados en su interior, baja su actividad y se trasforman en osteocitos. Los osteoclastos son los antagonistas de los osteoblastos, ya que su función consiste en destruir la matriz ósea para reabsorber hueso y así ir renovándolo. La función conjunta de osteoblastos y osteoclastos permite que el hueso se vaya renovando y exista un equilibrio entre la resorción y la formación de hueso. Cuando por alguna causa se produce un desequilibrio de este proceso y la resorción se ve aumentada puede ser que el paciente padezca lo que se conoce como enfermedad de Paget, que recibe el nombre en honor al cirujano británico que la describió por primera vez en 1876.

La enfermedad de Paget es más frecuente en los hombres que en las mujeres y suele afectar con más frecuencia a mayores de 65 años de edad. Su origen son los factores genéticos como diversos tipos de herencia, así como posibles infecciones virales de la infancia, dado que en ocasiones se hallan inclusiones virales en los osteoclastos de los pacientes afectos de dicha enfermedad. Existe un aumento de la actividad de los osteoclastos, con lo cual se produce un aumento de la resorción ósea. El hecho de que el hueso vea aumentado su recambio estimula también la síntesis de nuevo tejido óseo. Sin embargo, este tejido neoformado es más denso y tiene una menor irrigación sanguínea, con lo que no es hueso estructuralmente normal.

La enfermedad pasa por una fase inicial, en la cual predomina la resorción ósea, una fase mixta, en la que la síntesis de nuevo hueso va a la par con la destrucción del tejido óseo, y una fase final en al que predomina la existencia de hueso denso nuevo con una estructura alterada y que provoca deformidades óseas y otros síntomas.

La mayoría de los pacientes no presenta al inicio ningún síntoma. La principal manifestación de esta enfermedad es el dolor óseo, un dolor que

no tiene relación con el movimiento, sordo y constante, sin antecedentes traumáticos previos. Suele darse en especial a nivel facial, dorsal, lumbosacro, craneal y de extremidades inferiores. Los procesos contantes de resorción y formación ósea hacen que el hueso se deforme y los tejidos circundantes se vean afectados, con lo que es normal que aparezca tumefacción en las extremidades. A causa de estas deformaciones la marcha se puede ver alterada si éstas afectan a los huesos de las extremidades inferiores. La afectación de los huesecillos de la cadena ósea del oído medio puede provocar una hipoacusia progresiva.

La base del cráneo, de verse afectada, puede comprimir la médula espinal por el crecimiento óseo, con lo cual pueden darse déficits neurológicos. Dado que el hueso que se forma no tiene la estructura habitual, se trata de un hueso más frágil, con lo cual existe un mayor riesgo de fracturas patológicas, es decir, fracturas producidas por la mala calidad del hueso y la incapacidad para ejercer su función de soporte. La creación de tejido conlleva la formación de nuevos vasos, cosa que aumenta el trabajo de bombeo que tiene que realizar el corazón, con lo que en casos extremos se puede llegar a una situación de insuficiencia cardíaca. El aumento de calcio en sangre y orina puede favorecer la formación de litiasis renales de origen cálcico. La enfermedad de Paget se sospechará en todo paciente varón en la edad adulta que presenta una clínica de dolor óseo acompañado de deformidades óseas características y alguno de los síntomas mencionados anteriormente. En las radiografías se pueden apreciar lesiones características de esta enfermedad. El cráneo presenta una superficie de aspecto algodonoso a causa de la resorción ósea y a largo plazo la bóveda craneal se aplana. Las vértebras adquieren una forma cuadrangular y los huesos largos se arquean. Es característica la torsión de la tibia hacia el exterior, lo que se conoce como tibia vara o tibia en sable. Asimismo, se aprecia un aumento del tamaño óseo de forma localizada.

La tomografía axial computadorizada (TAC) puede ser útil para evaluar regiones óseas que no se afecten con tanta frecuencia. Muchos pacientes no presentan síntomas, con lo cual sólo se debe dar tratamiento cuando éstos aparezcan. La analgesia es esencial para el control del dolor. El tratamiento específico debe iniciarse si el dolor óseo es persistente y no se controla, se existe compresión nerviosa, si se dan deformidades óseas rápidamente progresivas que afectan la marcha, si se producen fracturas óseas o si existe insuficiencia cardíaca o hipercalcemia. En caso de fracturas patológicas deberá valorarse la necesidad de someter al paciente

a una intervención quirúrgica ortopédica. No existen factores de riesgo modificables para la enfermedad de Paget, con lo cual no hay medidas preventivas para poder evitar esta enfermedad.

FIBROMIALGIA

Es una enfermedad reumática de curso crónico que afecta a mujeres alrededor de los 50 años. En la actualidad, es la causa más frecuente de dolor musculoesquelético generalizado crónico. Afecta a un 3% de la población con un claro predomino en el sexo femenino, aunque también se ha descrito en varones.

No se conoce el mecanismo concreto que produce la fibromialgia, aunque se ha propuesto que su aparición sea posiblemente multifactorial, con marcado hincapié en una probable disfunción en la modulación del dolor.

Entre los otros factores asociados destacan: alteraciones psicógenas, del sueño, hormonales y de neurotransmisores. Aparece entre los 20 y los 40 años, por lo general en mujeres, con dolor musculoesquelético generalizado de más de tres meses de evolución. El dolor suele estar mal delimitado, profundo, y acompañado de rigidez con empeoramiento por la mañana. El ejercicio suele agravar el dolor, por lo que las pacientes afectadas tienden no practicar ejercicio. El dolor se acompaña de cansancio que puede ser de diferentes grados, y a la vez incapacitante para la realización de las tareas diarias habituales, por ejemplo vestirse o preparar la mesa. También aparece de forma característica un sueño no reparador. Su tratamiento mejora el dolor y el cansancio de la fibromialgia.No es infrecuente asociar estos síntomas con trastornos de ansiedad, depresivos, cefaleas, dismenorrea, sensibilidad al frío, piernas inquietas, entre otros. Las pacientes con fibromialgia entran con frecuencia en un estado de depresión como consecuencia la limitación que tienen para seguir una vida normal, sabiendo que no hay un tratamiento curativo específico, añadido a la dificultad para determinar de manera objetiva el grado y naturaleza de su dolor.

Es en **principio clínico**, insistiendo en las características del dolor y su localización, así como los factores que lo desencadenan y el grado de afectación que produce sobre su vida diaria. La exploración física consiste primero en la palpación de determinados puntos del cuerpo, llamados también **puntos gatillo**.

Las **áreas más sensibles** de dolor se localizan en la región cervical

posterior, hombros, esternón, cadera, codos, rodillas, glúteos y nalgas.

El **diagnóstico diferencial** se debe hacer con otras enfermedades como pueden ser: la polimialgia reumática, el lupus eritematoso, la artritis reumatoide e hipotiroidismo entre las más frecuente. Se debe explicar con claridad al paciente la naturaleza benigna de la enfermedad, así como el hecho de que es una enfermedad crónica que no produce deformidades.

El **tratamiento** farmacológico debe ir acompañado de un buen programa de gimnasia diaria. Los fármacos se utilizan para mejorar el dolor, el sueño y los síntomas ansioso-depresivos.

La **psicoterapia** de apoyo es muy útil y necesaria en estos pacientes que en muchas ocasiones pasan meses hasta su diagnóstico con el correspondiente agravamiento del dolor y favoreciendo así la aparición de sintomatología depresiva.

POLIMIALGIA REUMÁTICA

La polimialgia reumática es una enfermedad caracterizada por dolor y rigidez en la cintura escapular (hombros) y pélvica (cadera). Aparece a partir de los 50 años de vida y afecta más a mujeres. La causa es desconocida. Parece existir predisposición genética a sufrir la enfermedad. La buena respuesta a corticoides, hace pensar en la relación de procesos autoinmunes con estas enfermedades.

La polimialgia reumática se caracteriza por dolor localizado en la cintura escapular y pelviana que aumenta con la movilización y se acompaña de rigidez matutina. El dolor aumenta de manera progresiva hasta llegar a poder ser invalidante. También puede aparecer sinovitis, y síntomas generales como fiebre, anorexia, pérdida de peso y cansancio. Puede aparecer sola o asociada a la arteritis de la temporal en un 40 a 60% de los casos. Los siguientes deben considerarse **criterios diagnósticos** la aparición de:

- Síntomas en menos de dos semanas, con dolor o rigidez simétrica de hombros y presencia de rigidez matutina de más de una hora de duración. Asociado a depresión o pérdida de peso.
- Incremento en la VSG (velocidad de sedimentación globular) que sea mayor a 400mm/h.

BIBLIOGRAFÍA

Aure OF, Nilsen JH, Vasseljen O: *Manual therapy and exercise therapy in patients with chonic low back pain. A randomized, controlled trial with I-year follow-up. Spine*. 2003: 28;S25-32.

Basmajian JV: *Terapéutica por el ejercicio*. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 1982.

Esenyel M, Caglar N, Aldemir T: Treatment of myofascial pain. Am J Phys Med Rehabil, 2000: 79;48-52.

Foster NE, Thompson KA, Baxter GD, Allen JM: *Management of non-especifi c low back pain by physiotherapist in Britain and Ireland. Spine*. 1999: 24;1332-1342.

Häkkien A, Häkien K, Hannonen P, Alen M: Strenth training induced adaptation in neuromuscular fuction of premenpausical women. Ann Rheum Dis, 2000: 60;21-26.

Ito M, Azuma Y, Ohta T *et al*.: Eff ects of ultrasound and I, 25-dihydroxyvitamin D3 on growth factor secretion in co-cultures of osteoblasts and endotelial cells. Ultrasouns Med Biol, 2000: 26;161-166.

Jackson CE, Rosenfeld J: Motor neuron disease. Phys Med Rehabil Clin North Am, 2001: 12(2);335-352.

Koes BW, van Tulder MW, Ostelo R *et al*.: *Clinica Guidelines for the management of low back pain in primary care. An international comparasion. Spine*. 2001; 26:2504-2514.

Lo JK, Finestrone HM, Gilbert K, Woodbury MG: Comunita-based referals for electrodiagnostic studies in patients with posible carpal tunel sindrome: what is the diagnosis? Arch Phys Med Rehabil, 2002; 83:599-603.

Martínez Morillo M: Manual de Medicina Física Madrid. Hartcourt Brace, S. A, 1998.

Ortigoza Medrano E: History of physical medicine. New Article. 2006.

Sánchez Blanco I: *Manual SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física*. Ed. Médica Panamericana, 2006.

Randall Braddon: *Physical Medicine and Rehabilitation*. 4ª ed. Elsevier-Saunders, 2011.

CAPÍTULO 14 Especialidades

El apoyo de rehabilitación forma parte del tratamiento integral del paciente portador de diversas patologías. La finalidad del presente capítulo es completar los tratamientos de algunas especialidades médicas.

SISTEMA CARDIOVASCULAR

Corazón

Órgano en forma piramidal, músculo hueco situado entre los espacios primero al quinto intercostal. Posee tres capas:

- Pericardio: o visceral; cubre propiamente al corazón, da una cavidad virtual llena de líquido pericárdico.
- Miocardio: es la masa muscular. Unidad contráctil.
- Endocardio: reviste la cara interna, forma repliegues que dan lugar a las válvulas auriculoventriculares y las válvulas sigmoideas aórtica y pulmonar.

Cavidades

- Aurícula derecha: recibe sangre. Es de paredes delgadas.
- Ventrículo derecho: expulsa sangre a la articulación pulmonar. Tiene paredes gruesas.
- Aurícula izquierda: recibe sangre del pulmón. Es de paredes delgadas.
- Ventrículo izquierdo: expulsa sangre a la arteria aorta. Posee paredes gruesas.

Corazón derecho

La vena cava superior se forma en la porción dorsal del primer cartílago costal derecho por la confluencia de los dos troncos venosos (derecho e

izquierdo), se extiende convexa a la derecha en dirección descendente, hasta la aurícula derecha en la cual desemboca. Está situada por delante de la raíz pulmonar derecha y al lado derecho de la aorta ascendente.

La vena cava inferior se origina en las venas ilíacas primitivas al nivel del disco intervertebral de la cuarta y quinta vértebra lumbares, por detrás de la porción de origen de la arteria ilíaca primitiva derecha y un poco a la derecha de la ilíaca media, durante su trayecto está situada al lado derecho de la aorta abdominal relacionándose en su cara anterior con el peritoneo, con la tercera porción del duodeno y con la cabeza del páncreas.

Aurícula derecha

- Vena cava superior: conduce al corazón toda la sangre venosa de la parte superior del cuerpo.
- Vena cava inferior: conduce la sangre venosa de la parte inferior del cuerpo.
- Seno coronario: regresa la sangre del miocardio.
- Orificio auriculoventricular (AV): comunicación entre la aurícula y el ventrículo derecho.

Ventrículo derecho

Arteria pulmonar: lleva la sangre del corazón a los pulmones.

Corazón izquierdo

Aurícula izquierda

- Consta de dos venas pulmonares derechas y dos izquierdas: las cuales llevan la sangre de los pulmones al corazón.
- Orificio AV comunica la aurícula y el ventrículo izquierdo.

Ventrículo izquierdo

Aorta: distribuye la sangre del corazón a todo el cuerpo.

Válvulas

Auriculoventriculares

- Tricúspide o derecha: constituida por tres valvas.
- Bicúspide, izquierda o mitral: constituida por dos valvas.
- Función: permiten el libre paso de la sangre de las aurículas a los

ventrículos, impiden que sea retrógrado.

Semilunares

- Pulmonar: de tres valvas, situada entre la arteria pulmonar y el ventrículo derecho.
- Aórtica: también de tres valvas, situada entre la arteria aorta y el ventrículo izquierdo.
- Función: impiden el paso de la sangre de las arterias a los ventrículos.

Sistema de conducción eléctrica

- Nodo sinoauricular: genera el impulso autoexcitatorio, origina el latido. Se encuentra en la unión de la vena cava superior y la aurícula derecha 70 a 80/min.
- Vías internodales: conducen impulsos del sinoauricular al auriculoventricular por medio de vías anteriores, medias y posteriores.
- Nodo auriculoventricular: existe un retardo de latido debido a que son fibras de conducción lenta. Marca paso de apoyo 50 a 60/min.
- Haz auriculoventricular (haz de His): conduce el impulso eléctrico de aurículas a ventrículos, dividido en dos ramas: izquierda y derecha.
- Fibras de Purkinje: conducen a todo el ventrículo.

Inervación

Es la distribución de las fibras nerviosas o suministro de energía y estímulos nerviosos enviados a una zona corporal. El sistema nervioso central y una complicada red nerviosa periférica se encargan de proporcionar el estímulo necesario para coordinar el funcionamiento de todos los sistemas y aparatos.

- **Sistema craneosacro:** fibras inhibidoras del nervio vago, hacen lenta la contracción cardiaca.
- **Sistema toracolumbar:** fibras aceleradoras, hacen rápida dicha contracción.

Fibras aferentes

- **Depresoras:** fibras aferentes en los vagos del corazón, fibras aferentes en los vagos del arco aórtico, inhibidoras reflejas, aceleradoras reflejas.

- **Presoras:** fibras aferentes en los vagos del corazón, aceleradoras reflejas.

Irrigación

Cara anterior del corazón:

- Rama descendente anterior, irriga al ventrículo izquierdo.
- Arteria coronaria derecha.
- Arteria pulmonar: dividida en dos ramas, izquierda y derecha.
- Arteria aorta: tiene un cayado, donde origina el tronco braquiocefálico, dando origen a: la carótida primitiva derecha y subclavia derecha y la carótida primitiva izquierda y subclavia izquierda.

Cara lateral izquierda del corazón:
- Arteria circunfleja.
- Vena pulmonar.
- Aorta.

Cara posterior del corazón:
- Arteria circunfleja.
- Arteria coronaria derecha.
- Arteria descendente posterior.

Cara lateral derecha del corazón. Vena: seno coronario.

Función

Aparato cardiovascular: la función básica del sistema cardiovascular es la de conducir hacia los tejidos el oxígeno y las sustancias nutritivas, así como eliminar los productos de desecho, acarrear sustancias como las hormonas desde una parte del organismo a otra. Además interviene en la regulación de la temperatura, aumento de la temperatura corporal y aumento de la frecuencia cardiaca.

Frecuencia cardiaca: número de latidos ventriculares por minuto. Contados en los registros de un electrocardiograma. Se puede a afectada por los siguientes factores: edad, peso, reposo, trabajo o posición, temperatura ambiental (según las horas del día), menstruación, embarazo, durante el sueño, periodo digestivo y estado emocional.

Los factores que influyen en el aumento de la frecuencia cardiaca durante

la actividad muscular: estado físico, duración e intensidad del trabajo, temperatura ambiental, humedad ambiental, altura donde se efectúa la prueba, grado de entrenamiento, estado emocional, aumento de la presión arterial durante el inicio del ejercicio.

Presión arterial: es la resistencia que ejercen las paredes arteriales al paso de la sangre, impulsada desde el ventrículo izquierdo.

Los factores que determinan la presión arterial, sobre todo el gasto cardiaco, que es el volumen de sangre impulsada cada minuto por el ventrículo izquierdo (litros por minuto); varía según la actividad del individuo, así como la posición en la cual se realiza dicha actividad. Se pueden presentar: resistencia periférica, elasticidad de las paredes arteriales, volumen sanguíneo, viscosidad de la sangre, aumento del consumo de oxígeno y de la frecuencia respiratoria.

APARATO RESPIRATORIO

Está dividido en: laringe, tráquea, bronquios, pulmones y pleuras.

LARINGE

Su papel principal es la fonación, es un órgano impar simétrico situado en la parte media y anterior del cuello, delante de la faringe, abajo del hueso hioides y arriba de la tráquea con la que se continúa.

TRÁQUEA

Ocupa la parte anterior y media del cuello penetrando en la parte superior del tórax, por detrás del esternón. En todo este trayecto se coloca por delante del esófago, con respecto a la columna vertebral su extremo superior corresponde a la sexta o séptima vértebra cervical y en el inferior a la tercera o cuarta vértebra dorsal. Es la porción del conducto respiratorio comprendida entre la laringe y los bronquios.

BRONQUIOS

Forman la parte de las vías respiratorias comprendida entre la bifurcación de la tráquea y los pulmones, en los cuales terminan. Se encuentran un poco desviados de la línea media hacia la derecha comprendida entre la tercera y la quinta vértebra dorsal.

PULMONES

Son los órganos esenciales de la respiración y en ellos se verifica la transformación de la sangre venosa en sangre arterial (hematosis). Están contenidos en el tórax cuyas paredes se adaptan a la forma de estos órganos. Se encuentran separados de la cavidad abdominal por la bóveda diafragmática y entre ellos se abre un espacio ocupado por diferentes elementos anatómicos que se denomina mediastino.

PLEURAS

Forman la envoltura serosa de los pulmones, destinada a facilitar sus movimientos. Como todas las serosas se hallan compuestas de dos hojas la visceral y la parietal, que limitan un espacio virtual que puede distenderse

por gases o por líquidos, este espacio tiene una presión negativa que oscila entre -5 y -9 mm Hg en la espiración y -10 a -15 mm Hg en la inspiración.

MÚSCULOS RESPIRATORIOS

Los músculos respiratorios incluyen: el diafragma, músculos intercostales y accesorios, como escalenos y esternocleidomastoideo.

En la inspiración el movimiento diafragmático supone cerca de 75% del volumen inspirado. La contracción del diafragma incrementa las dimensiones verticales de la cavidad torácica. Los intercostales también se contraen durante la inspiración, lo que conduce a la expansión de la cavidad torácica. Las costillas inferiores se mueven hacia fuera incrementando el diámetro transverso, en tanto las costillas superiores se mueven de forma lateral, aumentando así las dimensiones anteroposteriores. Los músculos accesorios se usan sobretodo en altos niveles de ventilación o ante obstrucción del flujo aéreo. Los escalenos elevan y fijan las costillas primera y segunda, en tanto el esternocleidomastoideo eleva el esternón.

La espiración normal es pasiva, a consecuencia de la retracción elástica del pulmón y no por esfuerzo muscular. Durante altos niveles de ventilación o ante obstrucción de la salida de aire los intercostales internos actúan para deprimir las costillas. Los músculos abdominales comprimen el contenido abdominal para tirar hacia abajo de la pared torácica inferior y deprimir las costillas inferiores, lo que reduce las dimensiones vertical y anteroposterior de la cavidad torácica.

RESPIRACIÓN

Es el proceso de intercambio molecular, de oxígeno y de bióxido de carbono en el sistema pulmonar. La frecuencia varía con la edad y el estado de la persona.

Tipos de respiración

Respiración abdominal. El diafragma y los músculos abdominales realizan la mayor parte del trabajo respiratorio.

Respiración artificial. Procedimiento para obtener la respiración por medios manuales o mecánicos cuando se ha interrumpido la respiración fisiológica normal.

Respiración con presión positiva continua. Ventilación asistida mediante aire mantenido a una presión constante durante todo el ciclo respiratorio.

Respiración con presión positiva intermitente. Tipo de respiración asistida o controlada, producida por un ventilador que introduce flujo de aire con presión positiva en las vías aéreas de una persona, hasta que se alcanza una presión determinada. Una válvula permite que se produzca la espiración pasiva y el ciclo comienza de nuevo cuando la inspiración desencadena el flujo del aire.

Respiración neonatal. Respiración en los recién nacidos.

Respiración sibilante. Tipo de *roncus* caracterizado por un tono dotado de cierta cualidad musical. Es producida por el paso de aire a gran velocidad a través de una vía respiratoria cuyo calibre se ha reducido y puede percibirse tanto en la inspiración como en la espiración.

Objetivos

- Favorecer un patrón normal respiratorio.
- Control respiratorio con el mínimo esfuerzo.
- Estimular la movilización de secreciones.
- Ayudar a la reexpansión del tejido pulmonar, movilizar la caja torácica.
- Mejorar la función pulmonar.

FISIOTERAPIA

Comienza tan pronto como se establezca la vía aérea, debido a que proporciona una vía aérea libre, evita el colapso pulmonar, reduce el nivel de CO_2 arterial y asegura la oxigenación adecuada de la sangre y en consecuencia del cerebro.

Entre los métodos de tratamiento se encuentran: cambiar de posición al paciente con frecuencia y de manera periódica, mantenerlo en una posición cómoda, se precisa de la aspiración mecánica periódica, la movilización costal, la percusión y la vibración en el tórax.

La inconsciencia prolongada que sigue a la lesión cerebral suele acompañarse de hipertonía y con frecuencia con postura descerebrada, así como de actividad refleja tónica anormal, que con el tiempo pueden provocar contractura de los músculos y los tejidos blandos.

Durante el tiempo en que el paciente debe estar postrado en cama puede disminuirse la probabilidad de las contracturas, con tal propósito es

necesario reducir al mínimo la severidad de la hipertonía y la postura anormal en todo el cuerpo, debe cuidarse de no estimular la actividad fusimotora, que es sensible a la estimulación cutánea. Esto se logra mediante la postura que inhibe la actividad neuromuscular primitiva y patológica, la manipulación cuidadosa con un mínimo de estimulación inapropiada, lo que facilita y fomenta el movimiento.

Tan pronto como el paciente esté consiente, hay que sentarlo en el borde de la cama y pararlo, debido a que el apoyo del cuerpo mediante los miembros impide las contracturas. En cuanto a la postura, se coloca al paciente en la posición de decúbito lateral o semiprona, debido a que estas posiciones, tienen menor probabilidad de originar una actividad refleja tónica anormal y facilitan el control de la hipertonía.

La extremidad recobra la posición normal después del movimiento pasivo, éstos inhiben la hipertonía si se enfatiza al principio el movimiento de las partes proximales del cuerpo. Cuando se obtiene el movimiento libre proximal, el terapeuta mueve la mano del paciente para que se toque diversas partes del cuerpo, varios objetos y distintas texturas, le moviliza los miembros inferiores concentrándose en la flexión y la extensión de la rodilla con la cadera extendida, además sostiene el pie en dorsiflexión y eversión; estos movimientos se practican cada 2 h.

La etapa en que se recobra el estado de alerta puede resultar difícil para todos los que intervengan en la rehabilitación del paciente. Las respuestas de conducta y el estado neurológico pueden variar día con día o a mayor frecuencia. Es probable que los objetivos más importantes de la rehabilitación en esta etapa sean:

- Brindar un estímulo suficiente, para motivar al paciente.
- Estimular reacciones de antigravedad automáticas.
- Fomentar la integración sensitiva y la percepción.
- Ayudar a volver a aprender los movimientos que ya no puede ejecutar.

ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA (EPOC)

Es una enfermedad respiratoria crónica e irreversible caracterizada por una obstrucción de las vías respiratorias que limita el flujo aéreo. La principal causa es la exposición al humo de tabaco, pero también al humo industrial o a productos químicos (limpieza, laboratorios, etc.), humo de cocinas y/o de calefacción son los agentes principales, que junto a una predisposición genética pueden desarrollar la EPOC.

La EPOC no es una enfermedad reversible, pero diagnosticada en su primer estadio y con los tratamientos disponibles en la actualidad puede conseguirse que la enfermedad no avance y disminuyan significativamente las limitaciones en la vida diaria del paciente.

La EPOC está considerada una enfermedad sistémica porque no sólo afecta al sistema respiratorio, sino también a la musculatura y al corazón Pero los síntomas principales son los respiratorios:

- Tos crónica con o sin expectoración.
- Disnea o sensación de falta de aire, generalmente progresiva.
- Infecciones respiratorias frecuentes.
- Sibilancias o “pitos” al respirar.

Se puede clasificar al paciente EPOC por fenotipos, según las diferentes formas en las que se puede expresar la enfermedad:

- No agudizador: bronquitis crónica o enfisema.
- Mixto EPOC-asma: pacientes con EPOC con componente asmático prominente o asmáticos que se complican con EPOC.
- Agudizador: (más de dos reagudizaciones moderadas o graves al año) con enfisema.
- Agudizador: (más de dos reagudizaciones moderadas o graves al año) con bronquitis crónica.

ENFISEMA PULMONAR

Implica la destrucción progresiva del tejido pulmonar. Los síntomas más frecuentes son:

- Disnea progresiva.
- Intolerancia al ejercicio.
- Hiperinsuflación pulmonar.
- Bajo índice de masa corporal.
- Tos, en general no productiva.
- Sibilancias o “pitos” (menos frecuente).

BRONQUITIS CRÓNICA

Es la inflamación de los bronquios por irritación ante determinados agentes agresores, con el consiguiente aumento de secreciones en las vías respiratorias y una obstrucción bronquial. Los síntomas más característicos son:

- Tos crónica con expectoración, en general en las primeras horas del día.
- Disnea progresiva.
- Mayor frecuencia de reagudizaciones con infecciones respiratorias.
- Sibilancias o “pitidos”.
- Pérdida de masa muscular y fatiga.

OBJETIVOS DE LA FISIOTERAPIA

- Mejorar el drenaje de secreciones para prevenir, tratar o minimizar la magnitud de las infecciones respiratorias, evitando complicaciones como neumonías y atelectasias.
- Mejorar la ventilación pulmonar para evitar el acúmulo de secreciones.
- mejorar la oxigenación y así facilitar la entrada y deposición de los medicamentos inhalados.
- Ayudar al paciente en el control ventilatorio, principalmente durante esfuerzos o el ejercicio físico para prevenir o controlar la aparición de la disnea.
- Potenciar los músculos respiratorios.
- Readaptar al esfuerzo por medio de entrenamiento físico y el entrenamiento muscular.

- Hablar y explicarle al paciente sobre su enfermedad y tratamiento, dándole la posibilidad de ser partícipe de manera activa en dicho tratamiento, ayudando al control y estabilización de los síntomas.
- Proporcionar los cuidados paliativos, desde el ámbito de la fisioterapia, en caso de necesidad, para ayudar a sobrellevar el final de la enfermedad con humanidad y dignidad.
- Mejorar la calidad de vida del paciente, disminuyendo las complicaciones y los ingresos hospitalarios.

HIGIENE BRONQUIAL

La **bronquitis** es una inflamación del recubrimiento de los tubos bronquiales, los cuales conectan la tráquea a los pulmones, se considera una enfermedad respiratoria caracterizada por tos, esputo, dificultad para respirar al realizar un tipo de esfuerzo o ejercicio.

Percusión: golpeteo en caja torácica, ondas excéntricas, produce vibración en los tejidos. Indicado cuando se requiere movilizar las secreciones.

Contraindicaciones

1. Fractura costal.
2. Broncoespasmos.
3. Tumores bronco génicos.
4. Obesidad.
5. Empiema cerrado.
6. Enfisema.
7. Paciente con neumotórax.
8. Parálisis cerebral infantil.

Técnica de aplicación

Manos en cúpula (flexión metacarpo falángica a 30º más extensión interfalángica, y el pulgar pegado).

- Percusión rítmica que se lleva en paralelo con la respiración del paciente.
- No se da directo sobre la piel, sino sobre ropa o una almohada.
- Se realiza en ambos momentos de la respiración.

Vibración

Compresión manual acompañada con vibración de los tejidos, rítmicamente, provoca dilatación de los bronquios.

Indicaciones

- Acompaña al drenaje postural, ayuda con la reeducación del patrón respiratorio.
- Pacientes con lesión cerebral.
- Etapa aguda de Guillain-Barré.

Contraindicaciones

- Pacientes no entrenados, cuidado de hacerlo despacio.
- En EPOC.
- El uso de vibradores mecánicos.

Técnica de aplicación

Manos sobre el segmento, brazos firmes, manos en cúpula, movimiento en sentido anteroposterior.

- Sin desplazamiento de las manos.
- Movimiento dirigido a las costillas.
- Se realiza en ambos momentos de la respiración.
- Con la menor ropa posible.

Se emplean las dos manos en segmentos basales, una mano en segmentos apicales con los dedos en niños.

Drenaje postural

El paciente adopta una posición que busca la ventilación del segmento afectado, el cual con ayuda de la gravedad y la percusión torácica facilite el desplazamiento de secreciones, así como mantener las vías aéreas permeables (cuadro 14–1).

Cuadro 14–1. Posiciones para drenaje postural según el segmento pulmonar que se intenta de drenar		
Porción anatómica	**Lóbulo**	**Postura**

Lóbulo superior	Bronquio apical	Sentado erguido: con ligeras variaciones de acuerdo con la posición de la lesión, ligeramente reclinado de espaldas, hacia delante o de lado. Camilla a 45° Decúbito sentado con rodillas flexionadas girando a la izquierda o a la derecha según el lado
	Bronquio posterior a) derecho	Recostado sobre el lado izquierdo horizontal y girado 45° sobre la parte de adelante, descansa contra una almohada y otra para la cabeza
	b) izquierdo	Acostado sobre el lado derecho, girado 45° sobre /la parte de adelante con tres almohadas colocadas para levantar los hombros 30 cm desde la cama
	Bronquio anterior	Acostado en decúbito supino con las rodillas ligeramente flexionadas
Lóbulo medio	Bronquios lateral y medio	Decúbito supino, cuerpo vuelto una cuarta parte hacia la izquierda, se mantiene así por una almohada debajo del lado derecho desde el hombro hasta la cadera. Pie de cama elevado 35 cm
Língula	Bronquios superior e inferior	Decúbito supino con el cuerpo vuelto una cuarta parte hacia la derecha, se mantiene una almohada debajo del lado izquierdo desde el hombro hasta la cadera. Pie de cama elevado 35 cm
Lóbulo inferior	Bronquio apical	Decúbito prono con almohada debajo de las caderas
	Bronquio basal medio	Acostado sobre el lado derecho con una almohada debajo de la cadera. Pie de cama elevado 45 cm
	Bronquio basal anterior	Decúbito supino con nalgas descansando sobre almohada y rodillas flexionadas. Pie de cama elevado 45 cm
	Bronquio basal lateral	Acostado sobre el lado opuesto con una almohada debajo de las caderas. Pie de cama elevado 45 cm
	Bronquio basal posterior	Decúbito prono con almohada debajo de las caderas. Pie de cama elevado 45 cm

Indicaciones

- Acúmulo de secreciones.
- Exacerbación de tos.
- Pacientes conectados a ventilador.
- Debilidad muscular.

Contraindicaciones

- Hemoptisis.
- Procesos cardiacos que presentan arritmias.
- Edema pulmonar.
- Afecciones de esófago o diafragma.
- Enfisema grave.
- Cuando la posición causa disnea.
- Después de la ingesta de alimentos.

Posiciones: cada posición debe mantenerse por 20 a 30 min. La velocidad del moco es de 1 mm por minuto, la distancia del árbol bronquial es de 20 cm. Se complementa con dos espiraciones forzadas y estímulo de tos.

Espiración forzada: técnica para hacer avanzar las secreciones; serie de soplidos con diferentes sonidos en la fase espiratoria. Su característica es causar el reflejo tusígeo.

Sonidos:
- ¡Ah!: mantiene abierta la glotis, epiglotis.
- ¡Uh!, más espiración forzada más labios fruncidos: reflejo tusígeno.
- ¡Oh!, igual al anterior.

En EPOC se debe combinar con espiración lenta y hendidura de labios para evitar broncospasmo.

TOS

- Se intenta pronunciar la letra K, con lengua plana y abatida en la base de los dientes inferiores.
- Tratar de pronunciar la letra O, bocinando los labios.
- Hacer inspiración lenta por la nariz.
- Realizar una pausa contando 2 seg.
- Contraer músculos abdominales y soplar.
- Secreción anterior ¡A!
- Secreción posterior ¡Oh!
- Secreción lateral ¡Uh! Segmentos basales posteriores, más susceptibles a la congestión.

REEDUCACIÓN DE TOS SEGÚN EL PADECIMIENTO. ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA

Se presenta debilidad de músculos respiratorios. No hay fuerza de contracción de los músculos espiratorios. Las siguientes técnicas se realizan con el fin de fortalecer los músculos.

Técnica básica

- Provocar, por parte del terapista físico, el reflejo tusígeno.

- Hacer 2 o 3 inspiraciones. Retener el aire inspirado (suma de inspiraciones).
- Técnica de tos.
- Espiración con labios hendidos.
- Al final de la espiración se oprime tórax en la región basal.

Técnica de la ventilación mecánica

- Igual que la anterior, excepto es que a la mitad de la inspiración se guía para limitar la entrada de aire.
- Se comprime sin soltar las manos, hasta terminar la fase espiratoria.
- No se busca el máximo de distensibilidad, dado que ésta cerrará la vía porque a mayor distensibilidad hay mayor obstrucción.

Cirugía de abdomen alto con dolor agudo

Toda cirugía que involucre órganos de los cuadrantes superiores del abdomen.

Técnica

- Colocar las manos sobre la herida, aumenta la presión sobre ella y se alienta a que el paciente tosa.
- Evitar tos paroxística (alveolo pletórico, 3 o 4 tosiduras).
- Sentado, comprimir el tórax, doblar la cabeza o presionar los oídos.
- Con vocales graves y fuertes, se ayuda a desalojar en fase espiratoria (a, e, o).

Patrón respiratorio normal

La reinstalación del tipo respiratorio se logra mediante las siguientes maniobras:

Reeducación

- Decúbito dorsal: mano en el pecho y otra en el epigastrio, respirar con lentitud, inspirando por nariz, espirar por boca con labios fruncidos y al final oprimir el abdomen. La espiración debe ser doble a la inspiración.
- Sentado: frente al espejo, recargado, relajar hombros, codos y manos. Repetir la anterior posición.
- Pie: recargado, flexión de pierna derecha, brazos relajados, cuerpo

inclinado hacia adelante.

Para la expansión de un lado específico, se utiliza una banda cruzada o por detrás de la espalda y hacia delante, con ella se hace la compresión sobre el lado que se desea trabajar.

Ejercicios de rehabilitación

1. Ejercicios de relajación. Objetivo: relajar los músculos de la cintura escapular y accesorios. Método: con el paciente sentado, se le pide contraiga los músculos de la cabeza, cuello y brazos, realizando una inspiración profunda, dirige hacia atrás los músculos, contar 2 seg. El regreso es espirando y contar 4 seg.
2. Ejercicio de respiración abdominal. Objetivo: mejorar la ventilación y relajar los músculos abdominales. Método: tener al paciente acostado, con flexión de piernas a la inspiración, se coloca la mano en epigastrio y se percibe la protrusión de abdominales. Espiración con contracciones de abdominales.
3. Ejercicios de respiración abdominal sentada. Objetivo: auxiliar la ventilación en la práctica de la respiración. Método: se coloca al paciente sentado, la mano en el abdomen, la otra en el pecho, sin mover éste, sólo la parte baja.
4. Ejercicios de respiración abdominal asistido. Objetivo: ayuda a reforzar el patrón respiratorio. Método: igual al anterior, con ayuda del terapista físico.
5. Ejercicios de respiración costolateral en decúbito dorsal. Objetivo: mantener la ventilación. Método: colocar la mano en parte lateral y basal a nivel de línea axilar, se dirige la respiración, la inspiración se ayuda con cierta resistencia y durante la espiración se hace ligera presión para disminuir la caja torácica.
6. Ejercicios de respiración abdominal activa.
7. Ejercicios de abdominales inferiores.
8. Ejercicios de respiración de pie.
9. Ejercicios posturales.

Fisiología

Los impulsos de las fibras contráctiles ventriculares se caracterizan por despolarización rápida, meseta y repolarización. El periodo refractario de

las fibras musculares cardiacas tiene una duración mayor que la propia contracción. Un ciclo cardiaco consta de la sístole (contracción) y la diástole (relajación) de las dos aurículas, más la sístole y la diástole de los dos ventrículos, tiene las siguientes fases:

- Periodo de relajación.
- Llenado ventricular.
- Sístole ventricular.

La frecuencia es de 75 latidos/min y un tiempo de 8 seg. El ruido cardiaco es causado por la turbulencia sanguínea relacionada con el cierre de las válvulas auriculoventriculares. El segundo ruido cardiaco es causado por la turbulencia sanguínea asociada al cierre de las válvulas semilunares.

Gasto cardiaco: cantidad de sangre expulsada por el ventrículo izquierdo (o ventrículo derecho) en la aorta (o en el tronco pulmonar) por minuto.

$$GC = \textit{Volumen sistólico} \times \textit{latidos por minuto}$$

El control nervioso del aparato cardiovascular procede del centro del bulbo raquídeo. En la frecuencia cardiaca influyen hormonas (adrenalina, noradrenalina, hormonas tiroideas), iones (Na, K, Ca), edad, sexo, constitución física y temperatura.

REHABILITACIÓN CARDIACA

DEFINICIÓN

Parte de la medicina de rehabilitación, que se destina para atender al corazón, basada en su capacidad funcional y la que puede llegar a desarrollar el paciente. De esta manera se logra su reintegración a las actividades diarias y mejorar todos los eventos de su vida social, laboral, emocional y sexual.

Objetivos

- Incrementar la capacidad funcional.
- Detener y controlar los factores de riesgo.
- Realizar las AVDH con el menor consumo de O_2.
- Disminuir la estancia hospitalaria.
- Mejorar la calidad de vida.

Clasificación funcional

- **Clase I:** paciente con enfermedad cardiaca, sin limitaciones resultantes de la actividad física. La cual al ser ordinaria no causa fatiga indebida, palpitación, disnea o dolor anginoso.
- **Clase II:** paciente con enfermedad cardiaca, que provoca ligera limitación de la actividad física. Se encuentran cómodos en reposo. La actividad física provoca fatiga, palpitación, disnea, dolor anginoso.
- **Clase III:** paciente con enfermedad cardiaca, provoca marcada limitación de la actividad física. Están cómodos en reposo. La actividad física menor ordinaria causa fatiga, palpitación, disnea o dolor anginoso.
- **Clase IV:** paciente con enfermedad cardiaca, la cual da incapacidad para realizar cualquier actividad física sin incomodidad. Síntoma de insuficiencia cardiaca o de síndrome anginoso incluso en reposo. La molestia aumenta al emprender cualquier actividad física.

Clasificación terapéutica

- **Clase A:** pacientes cuya actividad física no necesita ser restringida de ninguna forma.
- **Clase B:** pacientes con actividad física que no necesita restringirse, pero sí se les advierte sobre evitar esfuerzos intensos o competitivos.

- **Clase C:** pacientes cuya actividad física ordinaria tiene que ser restringida de manera moderada.
- **Clase D:** pacientes que deben estar en completo reposo, permanecer siempre en cama o silla de ruedas.

Diagnóstico

Pruebas de esfuerzo: procedimiento que permite medir o evaluar el grado de circulación coronaria para los requerimientos aumentados de O_2 de la fibra miocárdica, durante el ejercicio físico isotónico o dinámico.

Bicicleta ergométrica: la frecuencia cardiaca va conforme el parámetro de fuerza, no se pueden tomar trazos de ECG, se hace toma de tensión arterial.

Banda sin fin: plataforma deslizable, móvil, con control de velocidad y en ocasiones de inclinación. Utiliza una capacidad submáxima (60% de la frecuencia cardíaca) o máxima (80% de la frecuencia cardíaca) de 220; edad porcentaje de capacidad submáxima a máxima. Controla tensión arterial, frecuencia cardiaca y registro electrocardiograma (ECG). Se contraindica en infarto agudo del miocardio (IAM) menor de 8 a 10 días, en miocarditis activa, tromboflebitis, insuficiencia cardíaca, taquicardia ventricular, angina inestable, infarto agudo repetitivo, taquicardia supraventricular, bloqueo AV completo.

Supervisión de la prueba: positividad de la prueba, disminución de frecuencia cardiaca, cambio del segmento ST, trastorno del ritmo ventricular, disminución de tensión arterial.

Máster: subir y bajar dos escalones, altura 23 cm, fondo 23, 25 cm, ancho 46 cm.

Met: unidad de requerimiento energético para la homeostasis basal en reposo. 3.5 mL O_2 × kg de peso corporal × 1 min. Determina la capacidad funcional.

- No se toma ECG, poco de frecuencia cardiaca.
- El ejercicio puede beneficiar.

En alteraciones de la estructura:
- Disminución del tamaño cardiaco.

En alteraciones de la función:

- Disminución del volumen minuto y de la frecuencia para un mismo trabajo.
- Estimula el desarrollo de capilares en los músculos y aporta más O_2.
- Aumenta la concentración de mioglobina, fosfocreatina y glucógeno.

En mecanismos neurohormonales y metabólicos:
- Disminuye el tono simpático.
- Disminuye el estrés psíquico y aumenta la confianza.
- Disminuye la liberación de catecolaminas y el consumo de O_2.
- El tipo de ejercicio para el paciente cardiaco debe tener ciertas características idóneas.

Tratamiento

Actividad isotónica: aumenta la fuerza y la resistencia muscular. Aumenta las enzimas del ciclo de Krebs, carga de volumen sobre el miocardio, hay entrenamiento cardiopulmonar y circulatorio periférico. No se acompaña de maniobras de Valsalva ni de extrasístoles ventriculares.

Ejercicio aeróbico: es aquél en el cual la demanda de O_2 está equilibrada con el aporte.

Intermitente: aquel que se realiza en cortos periodos de ejercicios, seguidos de pausas a periodos de descanso. En este ejercicio, la mioglobina no produce débito de O_2, no es anaeróbico, permite la recuperación de sistemas enzimáticos, no produce sobrecarga cardiaca. Puede ser por periodos activos de 1 min y de descanso del mismo tiempo.

Submáximo: es aquel de 60 a 80% del ejercicio máximo y confiere iguales efectos de entrenamiento de la resistencia, la fuerza, rendimiento y de accidentes que provoca el ejercicio.

Prescripción del ejercicio

- Determinar el porcentaje máximo y submáximo de la frecuencia cardiaca.
- Se resta 220 - edad del paciente = frecuencia cardiaca máxima que se debe tolerar.
- Previo calentamiento, se continúa con una etapa de estímulo y se finaliza con un enfriamiento (15 a 30 min).
- Realizar evaluaciones frecuentes (cada 12 semanas).
- En cada ejercicio debe prescribirse su intensidad (60 a 70% de frecuencia máxima).

- La frecuencia de realización (mínimo tres veces por semana).
- La duración al principio no superará los 15 a 30 min.
- Controlar y comprobar que la presión arterial sistólica sea siempre mayor que la frecuencia cardiaca. Valorar la recuperación acumulativa (suma de FC hasta la normalización). No debe sobrepasar a los 350 latidos/min.
- Minimizar el traumatismo esquelético, impedir la presencia de dolores musculares y articulares.
- El ejercicio debe ser agradable, con el mínimo de equipo y barato, además de que se pueda realizar todo el año.
- Se debe contar con el equipo necesario para una urgencia.
- Recurso material: banda sin fin, bicicleta ergométrica, metrónomo, escaleras de madera, Holter, interpretador de Holter, baumanómetro, estetoscopio, cronómetro, báscula, tanque de O_2, electrocardiógrafo, carro de emergencias (monitores, desfibrilador, aspirador, fármacos, accesorios para reacción inmediata).

Los primeros programas de rehabilitación cardíaca se desarrollaron en la década del 50 en respuesta a la gran incidencia de enfermedad cardiovascular. Hasta ese momento el tratamiento de pacientes con infarto agudo de miocardio (IAM) incluía periodos de reposo en cama de hasta dos meses. Ahora, gracias a los modernos conceptos de rehabilitación, los pacientes con IAM o los sometidos a procedimientos de revascularización requieren pocos días de reposo.

En la actualidad, estos programas ampliaron su indicación incorporando pacientes con otras cardiopatías y también con múltiples factores de riesgo sin evidencia clínica de enfermedad coronaria, como herramienta de prevención primaria. El objetivo principal es rehabilitar los pacientes cardíacos, para que puedan retornar a una vida activa, productiva y satisfactoria, disminuyendo el riesgo de nuevos eventos cardiovasculares. Si bien la actividad física es considerada la herramienta fundamental de los programas de rehabilitación cardíaca, es importante controlar los factores de riesgo mayor, dislipidemia, hipertensión arterial y tabaquismo, así como el peso corporal y el estrés.

El equipo de rehabilitación cardiaca debe constituirse con médicos cardiólogos, especialistas en rehabilitación, fisioterapeutas, nutriólogos y psicólogos. Dentro de los objetivos fisiológicos se encuentran:

- Mejoría de la capacidad física.

- Creación de hábitos de ejercicio.
- Modificación de factores de riesgo con mejora de nivel lipídico y lipoproteico.
- Peso corporal.
- Glucemia.
- Presión sanguínea.
- Control del tabaquismo.

Metas adicionales:
- Mejoría de la función miocárdica.
- De la función ventricular y reducción de la progresión de la aterosclerosis responsable de la enfermedad isquémica.

Dentro de los objetivos psicosociales se encuentran:
- Reducción del estrés.
- De la ansiedad.
- De la depresión.
- Es también una meta importante la independencia.

Definición y objetivos

La rehabilitación cardiaca (RC) es un programa de largo plazo, que incluye una evaluación médica previa, prescripción de ejercicios físicos, modificación de los factores de riesgo coronario.

Prescripción:
- Postinfarto del miocardio.
- Poscirugía de revacunación miocárdica (RM).
- Angina de pecho estable.

Actualmente se recomienda:
- Trasplante cardiaco.
- Sometidos a angioplastía o cirugías valvulares.
- Miocardiopatías.
- Aritmias cardiacas.

Beneficios

Mejoría de la tolerancia al ejercicio

El entrenamiento físico logrado con la rehabilitación cardíaca, mejora la tolerancia al ejercicio, de una manera segura y sin efectos adversos significativos. Se ha observado un aumento del VO_2máx del 11 al 66 %, luego de 3 a 6 meses de entrenamiento, con una gran mejoría en el menos apto. Una apropiada prescripción y seguimiento del entrenamiento físico debe ser parte de un programa integral, beneficiando en particular a aquellos pacientes con disminución de la capacidad física. Se debe mantener el entrenamiento físico a través del tiempo, para mejorar la aptitud física en forma permanente.

Mejoría de los síntomas

El entrenamiento físico en la RC disminuye la intensidad y la frecuencia de la angina de pecho en pacientes con enfermedad coronaria, y atenúa los síntomas de insuficiencia cardiaca en pacientes con disminución de la función ventricular izquierda. Esto se debería a una reducción de la demanda de O_2 del miocardio por disminución del doble producto. La angina de pecho también puede ser controlada por un programa multifactorial de RC que incluye, educación, consejos, e intervenciones en la conducta.

La RC multifactorial que incluye entrenamiento físico, educación y dieta, produce una mejoría del perfil lipídico. La actividad física moderada o intensa, baja el nivel de triglicéridos y eleva el nivel del colesterol de las HDL; este efecto no se produce cuando se usa de forma aislada y en baja intensidad. Por lo que es importante asociar a la actividad física a un adecuado control nutricional y terapia farmacológica cuando sea necesario.

También reduce la incidencia de tabaquismo. Del 16 al 26% de los pacientes en programa de RC, dejan de fumar. Los programas para dejar el hábito de fumar y prevenir las recaídas, deben ser ofrecidos a los pacientes que son fumadores con el objetivo de reducir nuevos eventos coronarios.

La mejoría del bienestar psicosocial y reducción del estrés, educación, consejos, y o intervenciones psicosociales, como un componente de la RC multifactorial dan como resultado una mejoría del bienestar psicológico y una mejor adaptación social. También se reduce el estrés emocional y los patrones de conducta del tipo A de la personalidad.

El entrenamiento físico en pacientes con insuficiencia cardíaca y disfunción sistólica ventricular izquierda moderada a severa, produce mejoría de la capacidad funcional y reducción de los síntomas.

TRASPLANTE CARDIACO

La RC después del trasplante cardiaco incrementa la tolerancia al ejercicio, eleva el umbral aeróbico y mejora la respuesta ventilatoria al ejercicio.

METODOLOGÍA DE APLICACIÓN

Numerosas investigaciones han demostrado la importancia de la actividad física precoz y progresiva luego de un IAM o procedimiento de RM. Estos programas de RC constan de 3 a 4 fases.

Fase I. Periodo de internación del paciente (en general, de 6 a 14 días post IAM, o postcirugía de RM). La educación y consejos se inician de inmediato. Los ejercicios físicos se realizan con movimientos amplios de los miembros, ejercicios en la cama, sentarse y levantarse de forma intermitente y caminatas. La intensidad de la actividad física es determinada de forma previa por el médico responsable. El propósito de esta fase es reducir los efectos perjudiciales del desacondicionamiento físico, que en general, acompaña al reposo prolongado en la cama.

Fase II. Periodo de convalecencia (luego del alta y hasta 8 a 12 semanas). La actividad física se prescribe luego de determinar el perfil de riesgo y los resultados del test ergométrico. El monitoreo electrocardiográfico es beneficioso en pacientes con riesgo moderado o alto, pero no debe ser utilizado de rutina en todos los pacientes. También, en esta fase se realizan educación y consejos relacionados al estilo de vida y apoyo psicológico y vocacional cuando sea necesario.

Fase III. Programa supervisado de desarrollo y mantenimiento de 4 a 6 meses de duración, de tipo aeróbico, el cual predomina, en gimnasios de la comunidad o en centros de rehabilitación.

Fase IV. Corresponde a la actividad física permanente y no supervisada del programa de RC. La actividad física en pacientes cardíacos debe ser individualizada y la progresión debe ser lenta y gradual con relación a la intensidad y duración del ejercicio. La actividad física aeróbica debe ser priorizada con una frecuencia de 2 a 3 días por semana con sesiones de 20 a 40 min, con nivel moderado y confortable para el paciente.

Los ejercicios de sobrecarga muscular, de intensidad leve a moderada pueden ser realizados para mejorar la potencia y la capacidad cardiovascular. Estos ejercicios deben ser prescritos de manera adecuada.

Un importante avance en la RC es la evaluación pronóstica de futuros eventos cardiovasculares y de morbimortalidad durante el primer año

después del evento coronario o cirugía de revascularización miocárdica.

Programas de tratamiento

Cardiopatía isquémica

Infarto: necrosis isquémica debida a la oclusión de una arteria coronaria por trombo o hemorragia de la subíntima en el sitio de estrechamiento ateromatoso; con menor frecuencia la responsable del infarto es la oclusión completa. Puede presentarse aun sin oclusión vascular, sino por casos en los cuales el flujo coronario se encuentra disminuido de manera transitoria (traumático, hemorragia gastrointestinal, hipotensión, deshidratación).

I. FASE AGUDA

Desde el inicio hasta que se levanta de la cama (dos semanas aproximadamente).

- Infarto agudo sin complicaciones: iniciar programa sin vigilancia.
- Infarto agudo con complicaciones: iniciar programa con vigilancia.
- Infarto agudo con complicaciones graves: no se inicia el programa.

Ejercicios en la fase de decúbito

Miembros inferiores:

- Rotaciones internas y externas de pies.
- Flexión y extensión de pies con resistencia.
- Flexión de pierna sobre el muslo y de ésta sobre el abdomen.
- Talón apoyado sobre la cama; después separado de ésta.

Miembros superiores:

- Flexo extensión de dedos.
- Flexo extensión de muñeca.
- Flexo extensión y pronosupinación de codo.
- Elevación de brazos sin peso y con peso: 500 g a 1 kg.
- Abducción de brazos sin y con peso.
- Flexión anterior y extensión de brazo.
- Rotación de brazos adelante-atrás.

Cuello:

- Flexión.
- Extensión.
- Rotación.
- Movimientos respiratorios.
- Respiración diafragmática controlada.

II. FASE DE CONVALECENCIA

Desde los puntos anteriores hasta su reintegración laboral, o hasta que adquiera capacidad física y psíquica óptima (8 a 10 semanas).

Entrenamiento controlado

Inicio (peso de 1 a 1.5 kg):

- Extensión de brazos hacia la horizontal.
- Elevación alternada de brazos.
- Flexión de tronco sin peso.
- Brazos en posición horizontal, rotación alternante de 180º, caderas fijas.
- Flexión lateral, piernas extendidas, flexión de tronco hacia un lado con elevación de codo flexionado contralateral.
- Elevación lateral de los brazos por encima de la cabeza.
- Tocar con la mano el pie opuesto sin peso.
- Flexión del muslo sobre el abdomen, con espalda recta con peso.
- Inclinaciones laterales de tronco con brazos bien estirados con peso.
- Elevación alternada de los brazos hacia adelante.
- Tronco horizontal, antebrazos flexionados al máximo sobre el brazo.
- Extensión del antebrazo al máximo sin mover el tronco.
- Llevar ambas manos hacia uno y otro pie sin peso.

Abdominales:
- Manos debajo de los glúteos, hacer pedaleo.
- Subir las piernas extendidas.
- Flexión de caderas: soplar tres veces.
- Volver a extender y bajar sin apoyar los pies.
- Como el primer ejercicio, pero sentado.
- Flexión de pierna sobre pelvis, soplar.
- Sujetar piernas.
- Volver a extender.

- Bajar sin tocar suelo.
- Volver a extender y bajar sin apoyar los pies, pero sentado.
- Elevación alternada con rodillas en extensión, no apoyar las piernas en el suelo.
- Movimiento duro. No despegar los pies.

Con barra de 3 a 5 kg:
- Elevación por delante soplando al subir (barra por delante).
- Flexiones laterales con barra sobre la nuca (barra por detrás).
- Elevación por detrás. Barra sobre la nuca soplando al subir.
- Rotación del tronco con pelvis bloqueada.
- Elevación de brazos extendidos. Soplar al bajar.
- Flexión de la cadera con tronco en extensión y después elevación.
- Sentadillas con elevación de talón.

Sistema de realización:
- Comenzar con A y C con cinco movimientos por sesión.
- Aumentar uno diario hasta llegar a 20 movimientos por serie.
- Comenzar B cuando A y C estén en 10 movimientos por serie.
- Cuando toda la secuencia llegue a 20 movimientos por serie, aumentar el ritmo de la secuencia.
- El orden A, B, C, debe ser respetado.
- El movimiento 25 se hace en series de 10, con 30 seg entre cada una.
- Se pueden hacer hasta cinco series.

III. FASE DE MANTENIMIENTO O POSCONVALECENCIA

Durante toda la vida del paciente o hasta una recaída. Debe efectuar cada día, o al menos dos veces por semana, una sesión de gimnasia durante 20 a 60 min, en donde la FC no sea superior de 65 a 70% del máximo tolerado (marcha, bicicleta, natación, ski de fondo).

Afecciones cardiacas

Aterosclerosis coronaria. Se caracteriza por engrosamiento de las paredes de las arterias coronarias, esto conduce a la formación de estenosis, que tienen como consecuencia una isquemia del territorio miocárdico correspondiente. A veces la estenosis, se soporta bien y no se nota, pero las

dos consecuencias principales serán: insuficiencia coronaria crónica: cardiopatía isquémica crónica o angina de pecho e infarto de miocardio. En todos los casos, la rehabilitación es muy importante, debido a que la readaptación funcional del paciente con coronariopatía constituye un verdadero método de tratamiento.

Infarto de miocardio. Es un accidente agudo, a veces de mortal rapidez (20% en las 3 h), corresponde a un síndrome anatomoclínico debido a que la circulación se detiene en cierta parte del miocardio, lo que provoca necrosis del tejido cardiaco.

- Fase 1 o fase aguda: desde el primer día hasta que el paciente puede caminar solo (12 a 20 días, tiempo habitual).
- Fase 2 o fase de convalecencia: de 80 a 100 días.
- Fase 3 o fase de reinicio del trabajo: que se prolongará mientras el paciente conserve una buena actividad física.

Angina de pecho. Se caracteriza por dolores constrictivos localizados en la región precordial. Por lo general, sobreviene tras un esfuerzo, cuando el miocardio no recibe el oxígeno necesario para las necesidades energéticas que han aumentado.

El adiestramiento físico comenzará al iniciarse la fase 2 del infarto, debe ser más progresivo y durar un mínimo de tres meses, a razón de tres sesiones por semanas de una duración media de 30 minutos. Puede mejorar a largo plazo la tolerancia al esfuerzo.

READAPTACIÓN DE LOS PACIENTES CON CORONARIOPATÍA

Sus principales objetivos son:

1. Aumento de la capacidad de ejercicio mediante el adiestramiento físico.
2. Disminución de la repercusión psicológica de la enfermedad.
3. Favorecer el retorno al trabajo (lo antes posible).
4. Aumentar la esperanza de vida de los readaptados en la manera de lo posible.

Programa de readaptación

Los primeros días se realiza en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y se

lleva a cabo en posición de semiacostado:

- Ejercicios respiratorios (ventilación diafragmática).
- Masaje de los miembros inferiores y abdominales (facilitar la evacuación).
- Ejercicios pasivos y activos simples de pequeños grupos musculares.
- Ejercicios de relajación.

Hacia el cuarto y quinto días:
- Paso a la posición sentado.
- Ejercicios dinámicos progresivos.

Hacia el séptimo día: en hospitalización normal, se coloca en posición de pie: gimnasia de los miembros y marcha progresiva hasta 100 m.

Hacia el décimo día:
- Alguna marcha en subida.
- Gimnasia de los miembros y del tronco.
- Marcha más extensa.

Hacia el decimoquinto día
- Subir un piso.
- Marcha hasta 400 metros y en el exterior.
- Explicaciones y enseñanzas de las actividades autorizadas y recomendadas desde la salida del hospital.

Cirugía cardiaca

Comprende el tratamiento de las lesiones cardíacas o de los grandes vasos vecinos, tanto congénitas como adquiridas. Se realiza ya sea a corazón cerrado o abierto.

- Cardiopatías congénitas.

Lesiones de los grandes vasos:
- Persistencia de conducto arterioso.
- Coartación de la aorta.

Lesiones cardiacas (las más frecuentes):

- Cardiopatías obstructivas.
- Estenosis pulmonar.
- Estenosis aórtica.
- Cardiopatías con cortocircuito izquierda-derecha: comunicación interauricular y comunicación interventricular.
- Cardiopatías adquiridas.
- Cirugía de la insuficiencia coronaria.
- Cirugía de las complicaciones del infarto de miocardio.

Rehabilitación

Se realiza de manera habitual en cirugía cardiaca en el niño y el adolescente.

Preoperatoria (si el estado cardiaco lo permite)

- Tomar conocimiento del niño e información preoperatoria eventual en el caso de los mayores.
- Ejercicios respiratorios generales para mejorar la función pulmonar y en relación con ciertas insuficiencias que puedan existir (de pleural, alveolos y bronquios).
- Educación del sincronismo respiratorio.
- Enseñanza de la respiración diafragmática profunda y superficial, además de la tos voluntaria con expectoración.
- Ejercicios de relajación.
- Enseñanza de la posición correcta.
- Familiarizarse con las técnicas de drenaje, vibratorias y de manera eventual de aparatos.

Según la edad, el rehabilitador (medicina física) recurrirá a técnicas lúdicas generales (inflar globos, tarros llenos de agua, otros) o a las técnicas más localizadas (sincronismo respiratorio).

Posoperatoria

En colaboración estrecha con el médico y el personal de enfermería y con asepsia rigurosa, puede administrarse:

- Ventilación artificial.
- Cambios de posición.

- Vigilancia del drenaje.
- Después de la extubación (en la cama):
  - Ejercicios respiratorios diafragmáticos.
  - Masaje para descontracturar la cintura escapular.
  - Movilización pasiva muy suave, después activa, ayuda para la articulación escapulo humeral izquierda (más de 90° de abducción).
  - Movilización pasiva, después activa de los miembros inferiores, hasta que el paciente se levante de la cama.
  - Corrección de la posición de sentado (a partir del cuarto día) y ejercicios de estiramiento.
  - No efectuar masaje circulatorio de los miembros inferiores durante la administración de anticoagulantes.
- En cuanto el paciente puede levantarse:
  - Verticalidad progresiva.
  - Reeducación respiratoria.
  - Educación postural.
  - Ejercicios de flexibilidad de la cintura escapular.

Cirugía cardiaca en el adulto

Preoperatoria (si el estado cardiaco lo permite)

- Ejercicios respiratorios relacionados con las insuficiencias presentes.
- Respiración diafragmática (enseñanza) y educación del sincronismo respiratorio.
- Ejercicios de relajación general y escapular.
- Educación de la tos y de la expectoración.

Posoperatoria

En colaboración con el médico y las enfermeras.

Si hay intubación:

- Masaje muy leve de distensión de la nuca y cintura escapular.
- Pequeños cambios de posición (enfermería).
- Movilización pasiva y activa, ayudada del miembro inferior.
- Vigilancia del drenaje.

Después de la intubación:

- Vibraciones manuales, expectoraciones dirigidas.

- Ejercicios respiratorios activos.
- Masaje circulatorio leve de los miembros inferiores.
- Movilización pasiva y activa ayudada de los miembros inferiores, después de los miembros superiores en su totalidad (tercer a cuarto día: abducción limitada a 90°).
- Ejercicios asimétricos leves de los miembros inferiores y superiores.

Periodo de recuperación:
- Masaje de distensión y circulatorio.
- Ejercicios respiratorios activos (respiración diafragmática).
- Ejercicios activos de los miembros inferiores con ligera resistencia.
- Ejercicios de coordinación de los miembros superiores y de equilibrio.
- Ejercicios de relajación.
- Marcha progresiva.

MARCAPASOS

Es un estimulador cardiaco, el cual consiste en una pila eléctrica o un generador atómico y de electrodos que el cirujano coloca sobre el miocardio por vía extra o intracardiaca. Se indica en la enfermedad de Adams-Stokes (degeneración de fascículo de His, que se manifiesta por reducción del ritmo cardíaco y por síncopes debido a pausa cardiaca).

Rehabilitación

Preoperatoria
- Ejercicios respiratorios.
- Enseñanza de la respiración diafragmática.
- Ejercicios de relajación.

Posoperatoria
- Ejercicios activos de ventilación global.
- Técnica de facilitación de la tos.
- Masaje circulatorio de los miembros inferiores.
- Ejercicios isométricos de los miembros inferiores y superiores.

CARDIOPATÍAS TOLERADAS

A algunos niños y adultos jóvenes con cardiopatías leves y que no

presentan signos de compensación, se les prohíbe, de manera errónea, todo esfuerzo físico y deportivo, lo que provoca la aparición de actitudes viciosas debidas a una musculatura desarrollada de modo insuficiente. Bajo autorización del cardiólogo, se realizará actividad física.

Rehabilitación

- Ejercicios activos y dinámicos generales.
- Marcha.
- Educación y corrección de la postura.
- Ejercicios respiratorios.
- Realizar ejercicios de coordinación, equilibrio y destreza.
- Ejercicios de relajación.

Se pueden utilizar los ejercicios físicos para probar y entrenar a ciertos pacientes con dolor, de mediana edad con factores de alto riesgo de desarrollo de una enfermedad cardíaca aterosclerótica, coronaria, o ambos. En esta esfera de la medicina, como en otras, debe ser válido el precepto: “Primero no dañar”, si se utiliza de manera apropiada, el ejercicio físico puede resultar benéfico para pacientes seleccionados.

Los pacientes con enfermedades pulmonares se benefician con ejercicios específicos de respiración, que implican un entrenamiento de las pautas respiratorias, además con un programa general de ejercicios que apoyan las actividades diarias normales.

Los ejercicios respiratorios apoyan al inválido respiratorio crónico. Después de la intervención quirúrgica, los ejercicios respiratorios contribuyen a restaurar la función pulmonar máxima en un plazo más corto, ayudando a mantener la postura y abrevian el periodo de convalescencia. Es posible que los pacientes con una enfermedad pulmonar crónica sean diagnosticados como asmáticos, a causa de su respiración jadeante o con bronquitis por su disnea continua.

Estos pacientes con enfermedad obstructiva pulmonar se pueden beneficiar con un simple programa de ejercicios, por ejemplo: 1) Sobre un ergómetro. 2) Banda sin fin. 3) Escalera. Se aumentará de manera sistemática la duración de esos ejercicios, el programa y el asesoramiento preciso se adaptarán a las circunstancias del paciente de modo individual.

Con el mejoramiento subjetivo aparece una caída de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio, incluso quienes se ven restringidos de manera considerable pueden aumentar sus niveles de ejercicio y gasto de oxígeno

en 20%. En el entrenamiento de los ejercicios respiratorios se deberán encarar los ejercicios específicos propuestos, como un reentrenamiento de la respiración, en función de lo que se puede esperar de ellos en un plano realista.

1. Se puede aumentar el vigor de los músculos respiratorios, pero raras veces este objetivo es importante, porque un esfuerzo excesivo comprimirá las vías respiratorias y acrecentará la falta de inspiración.
2. Se puede eliminar el empleo ineficaz de los músculos, en especial los músculos accesorios, de tal modo que se reduce el costo de oxígeno de la respiración.
3. Se puede reemplazar la respiración forzada, la cual comprime de manera activa las vías respiratorias, por formas relajadas, en las cuales se promueve la abertura de dichas fibras.
4. Se puede dar confianza al paciente en cuanto a su capacidad para tolerar la falta de respiración y para emprender las actividades de la vida diaria.

En general, el tratamiento que se propone es:

- Dar relajación física y mental.
- Se adopte una buena postura.
- Respiración diafragmática (RD).
- Respiración costobasal (RCB).
- Respiración segmentaria o localizada (RL).
- Inspiración sumada (IS).
- Espiración lenta y prolongada con técnica de labios fruncidos (ELP/TLF).
- Higiene bronquial.

Estas técnicas tienen por objetivo mejorar la ventilación, de manera más específica, ayudan a disminuir el trabajo respiratorio, por tanto, el costo de la respiración. La cual se logra a través de la adecuada coordinación de los músculos respiratorios, además de la optimización de su funcionamiento.

Con respecto a la higiene bronquial, es el conjunto de técnicas que ayudan a mantener las vías aéreas limpias y permeables. El tratamiento incluye indicación para realizar un drenaje postural, percusión y vibración, todas estas técnicas ayudan a movilizar y expulsar las secreciones pulmonares. Se prescriben en especial para los pacientes con enfermedad

pulmonar obstructiva crónica (EPOC), que se manifiesta como asma, bronquitis, entre otras. En el drenaje postural se utilizan cerca de 12 posiciones del cuerpo, las cuales permiten llevar las secreciones a un punto donde puedan ser expectoradas con facilidad. Se aplica cuando existe dificultad para sacar las secreciones en presencia de cuerpos extraños en las vías aéreas.

Las contraindicaciones pueden ser absolutas, como en el caso de la cirugía de cabeza, o relativas, como el empiema, reflujo, entre otras. Esta técnica puede ser o no acompañada de una vibración, o una percusión que ayuda al fisioterapista a desprender y desalojar las secreciones del aparato respiratorio. La vibración es la compresión intermitente que puede llegar a ser una sacudida sobre la pared del tórax. Su objetivo específico es aumentar la ventilación pulmonar y evitar infecciones. Se indica para remover secreciones viscosas y no se aplica en casos de hemorragia, dolor torácico y cáncer metastásico.

La percusión son golpeteos rítmicos, que se efectúan con las manos ahuecadas sobre la pared torácica con fines terapéuticos. Esta técnica tiene restricciones, como el no golpear en prominencias óseas en caso de pacientes que sufran de osteoporosis, además de no percutir una zona por mucho tiempo porque se puede provocar eritema.

En algunas ocasiones se utilizaron aparatos mecánicos vibradores o percutores, pero se encontró una mayor desventaja de las técnicas manuales, esto es porque provocan aumento en el flujo del moco traqueobronquial, producen arritmias al paciente y al que lo aplica, además los aparatos son pesados, ruidosos y costosos. La técnica manual tiene la ventaja de que es más fácil detectar fracturas costales durante la aplicación. En el caso de la vibración, se lleva un control para aplicarla sólo en fase espiratoria para ayudar a la salida de la secreción. Estas técnicas brindan apoyo en la prevención y en la disminución de complicaciones, como las infecciones.

DEFECTOS POSTURALES

La postura es la actitud adoptada por el cuerpo, mediante apoyo durante la inactividad muscular o por medio de la acción coordinada de muchos músculos, los cuales actúan para mantener la estabilidad o para asumir la base esencial que se adapta de manera constante al movimiento que tiene por realizar.

Mecanismo postural

Músculos

Los grupos musculares utilizados con mayor frecuencia son los que contribuyen en mantener la posición erecta del cuerpo, actúan para contrarrestar los efectos de la gravedad.

Estos grupos se denominan, antigravitatorios y su acción en relación con las articulaciones, por lo general, es de extensión. Estos músculos antigravitatorios, por sus características, pueden realizar su función con la mejor eficacia y el mínimo esfuerzo.

Tipos de postura

Estática y dinámica

- **Postura estática:** son las posturas erectas, conservan el estado de equilibrio.
- **Postura dinámica:** el tipo de postura se modifica y ajusta de manera constante, para adaptarse a las diversas circunstancias que se producen como resultado del movimiento corporal.
- **Postura correcta:** la postura es correcta cuando cumple el propósito requerido con la máxima eficacia y el mínimo esfuerzo. Los principales factores que contribuyen a una postura correcta son: constitución psicológica estable; buenas condiciones higiénicas y oportunidad para la plenitud del libre movimiento natural.

La postura correcta da por resultado un aumento de vigor, disminución de la fatiga y aumento de la eficacia física y mental.

Buena postura

Se camina con las puntas de los pies en dirección hacia adelante y se trata de que el peso del cuerpo caiga de modo directo sobre la planta de los pies. La inclinación de la pelvis es hacia abajo y hacia atrás, se debe elevar el tórax, extender la nuca, y caminar, estar de pie y sentarse lo más erecto posible.

Postura defectuosa

La postura es defectuosa cuando es ineficaz, cuando no sirve al propósito para el cual está destinada o cuando se requiere un gran esfuerzo para

mantenerla.

Los factores que, con mayor frecuencia, contribuyen a la instauración de una postura defectuosa son la actitud mental del paciente, malas condiciones higiénicas, enfermedades, mala nutrición, sillas mal hechas y ropa defectuosa. La causa principal de la mecánica corporal es el hábito. Por ejemplo, la niña trata de imitar a una dama de sociedad, la cual camina con la punta de los pies hacia fuera, lo que trae como consecuencia el aplanamiento del arco longitudinal y la tendencia al tratamiento quirúrgico del pie plano, así como de una rodilla defectuosa. El caso de las personas que presentan "el vientre caído" y cuya causa es una lordosis, tratan de sumir el vientre y exageran la lordosis, en lugar de inclinar la pelvis hacia atrás y abajo.

En la lordosis, la pelvis tiende a ir hacia adelante, lo que hace prominencia de la parte abdominal baja, en ese sentido, si la pelvis se inclina hacia atrás tiende a corregir la lordosis de la columna. La contracción de los músculos glúteos es el movimiento que coloca la pelvis en posición correcta. Otro defecto es recoger la barba, lo que produce una inclinación de la cabeza hacia delante, que provoca una posición incorrecta, lo correcto sería extender la nuca y la cara posterior del cuello. Otro defecto se da en personas con hombros caídos, se les recomienda hacer los hombros para atrás. El individuo se coloca en posición incorrecta. La posición correcta sería que intente elevar el pecho imaginándose que se alza en sentido vertical, con lo cual se logra la separación de los espacios intercostales para colocar el tórax en posición normal. La columna vertebral está en extensión y los hombros en posición correcta. Algunos defectos de postura en la estación de pie son:

- Cargar el peso del cuerpo sobre un lado de la cadera o sobre una pierna.
- Exagerar la posición de relajamiento, al hacer las curvas muy pronunciadas.
- Hacer esfuerzo en la parte inferior de la espalda y relajación de los músculos abdominales.
- Escoliosis.
- Contracción de los músculos del tórax cuando se coloca los hombros hacia adelante.

Métodos para corregir la postura de pie:

- De pie con los talones, cadera, hombros y cabeza contra la pared.

- Deslizar la mano entre la pared y la parte inferior de la espalda.
- Presionar la mano con la parte inferior de la espalda.
- Caminar hacia adelante, retirándose de la pared en la misma postura.

Estar de pie de manera correcta:
- Cabeza levantada, posición erecta de la nuca.
- Tórax levantado lo más alto posible hacia adelante y hacia arriba.
- Las caderas hacia arriba, el abdomen hacia adentro.
- Las caderas con un poco de inclinación hacia abajo.
- Los pies paralelos uno respecto del otro.

Algunos defectos de postura en la posición de sentado:
- Inclinación del cuerpo hacia adelante, esto se observa sobre todo en los niños, lo que provoca fatiga, falta de desarrollo muscular y compresión de los huesos.
- Las niñas con frecuencia se sientan con las rodillas hiperflexionadas y los pies debajo de las caderas.
- También, las malas condiciones de alumbrado y de los muebles en los salones de clase provocan que se inclinen demasiado hacia adelante o en rotación, lo que produce escoliosis.

Sentarse de manera correcta:
- Barba recogida.
- Costillas hacia arriba, la espalda erecta y pelvis en el mismo nivel que la espalda. El cuerpo debe sostenerse lo más erecto posible.
- Las caderas siempre deben estar en contacto con el respaldo de la silla.
- Los pies cruzados, tratando de descansarlos sobre los bordes externos de los mismos.

Faltas posturales al caminar:
- Se debe caminar con la cabeza hacia abajo, el pecho deprimido y los pies en abducción.
- Deambulación correcta: caminar con los pies paralelos, con los dedos señalando hacia adelante, con el peso sobre la parte anterior y exterior de éstos.

Ejercicios para la corrección de los defectos de postura:
- Cabeza y cuello: la cabeza en posición erecta y bien balanceada, sin que

haya esfuerzo de los músculos del cuello.

- La barba hacia abajo y adelante.
- Los ojos dirigidos hacia el horizonte.
- Espalda, tórax, hombros y brazos: con los brazos en abducción de 180° se tocarán las orejas sin doblar los codos.
- De pie contra la pared, los hombros tocaran ésta.

Al efectuar estos ejercicios, se podrán encontrar los siguientes defectos:

En el tórax: expansión limitada; depresión de la cavidad torácica, debido a la contracción de los músculos pectorales y músculos contraídos de la pared torácica.

Hombros y brazos: echados hacia adelante, sostenerlos con tensión, uno más alto que el otro, brazos demasiado juntos al cuerpo y sostenerlos apretados y tensos.

Región lumbar, caderas y abdomen: lordosis lumbar, la cual puede buscarse al estar de pie contra la pared, se queda un espacio libre entre la región lumbar y la pared después de haber metido la mano.

Debilidad de los músculos abdominales: inclinación de la pelvis hacia adelante y hacia abajo.

Rodillas y pies: rodilla nudosa y con rotación tibial, arco plantar con defecto, descenso mayor del maléolo interno en comparación con el externo e investigar el desgaste de la suela y el talón. Los ejercicios posturales están dirigidos a que el paciente tenga conciencia de su buena postura y como medio de coordinación, además de entrenamiento para aquellos músculos que son los encargados de la buena posición.

Posición preliminar: de pie con los pies paralelos, uno con respecto al otro, separados por un espacio aproximado de 5 cm. El peso del cuerpo debe distribuirse de manera equilibrada sobre los talones, la parte externa y anterior de la planta del pie, el abdomen se contrae hacia arriba y hacia adentro, los músculos glúteos también se contraen. La cabeza, el cuello y tórax se elevan lo más posible. Los hombros se sostienen de manera simétrica horizontales (no se debe intentar jalar los hombros hacia atrás). La barba en ángulo recto con respecto al cuello, los miembros superiores cuelgan a ambos lados del cuerpo, con los codos, puños y dedos extendidos, la palma de las manos dirigida hacia los muslos.

Primer ejercicio: con la posición anterior, contar uno (1) y hacer rotación de las manos hasta que ambos pulgares queden en contacto del muslo, este movimiento, igual que los que siguen, debe hacerse con

lentitud. Al contar dos (2), los brazos se elevan hacia adelante hasta que estén en contacto con la cabeza, se les sostiene hasta tocar las orejas, durante este movimiento, hacer una inspiración elevando el pecho hacia arriba mientras el aire entra, pero conservar la posición preliminar; al contar tres (3), los brazos descienden a su posición original, al mismo tiempo que se ejecuta una espiración.

Segundo ejercicio: repetir los movimientos como en el primer ejercicio, se eleva el cuerpo sobre la parte anterior de los pies (elevar los talones a 2 cm del piso), mientras se levantan los brazos y luego regresar a la posición original, mientras los brazos descienden.

Tercer ejercicio: de la posición preliminar, se hace abducción horizontal de los brazos al contar, después los brazos se mueven con lentitud en círculo hacia arriba y hacia adelante, luego abajo y atrás al contar dos (2). Los brazos se mueven de esta manera cinco veces, mientras se inspira el movimiento es hacia adelante y hacia arriba, al espirar es cuando se hace hacia atrás y abajo; al contar tres (3), regresar a la posición original.

La postura defectuosa es en muchas ocasiones, factor etiológico de distintas enfermedades como escoliosis, artritis e hipertrofia.

SISTEMA VESTIBULAR

Anatomía

El sistema vestibular tiene tres componentes:

1. Sistema sensorial periférico, localizado en el oído interno.
2. Sistema de procesamiento central, localizado en el núcleo vestibular, en tallo cerebral y cerebelo.
3. Sistema de respuesta motora, mediante el reflejo vestibular ocular y vestíbulo espinal.

Sistema sensorial periférico

Sistema laberíntico localizado en el interior de huesos temporales, contiene tres canales semicirculares y una cámara central, conocida como vestíbulo. Contiene fluido perilinfático y la membrana laberíntica está suspendida en dicho fluido.

Dentro del vestíbulo existen dos áreas engrosadas: utrículo y sáculo. Además, dicho sistema laberíntico contiene en su interior tres canales semicirculares: anterior, posterior y horizontal.

- Utrículo y sáculo:
  - Detectan aceleración lineal de la cabeza en plano sagital (sáculo).
  - Detectan aceleración lineal de la cabeza en plano horizontal (utrículo).
  - Detectan movimientos giratorios de la cabeza con respecto a la gravedad.
  - Detectan movimientos de baja frecuencia (posición de pie).
- Canales semicirculares:
  - Son perpendiculares uno del otro.
  - Sensitivos a la aceleración angular de la cabeza.
  - Sensitivos a movimientos de alta frecuencia.
- Células pilosas:

  Están presentes en los cinco órganos sensoriales: utrículo, sáculo y los tres canales semicirculares. Cada célula pilosa está inervada por una neurona aferente y tiene un gran número de pequeños cilios, hay uno de mayor tamaño llamado cinocilio, cada célula pilosa u otocito presenta en la parte superior cristales de carbonato de calcio llamado otoconia, la cual hacen a los otolitos sensitivos a la gravedad (no es así para los canales semicirculares).

El sistema vestibular tiene la función del equilibrio es el que hace que nos mantengamos de pie, el mantenimiento de la cabeza y de la mirada. Y lo que se llama la conciencia espacial, es decir una relación correcta entre nuestro cuerpo y lo que nos rodea.

Está integrado por:

- **Conductos óseos semicirculares:** se encuentran ubicados detrás y por encima del vestíbulo, posterior superior y externo.
- **Vestíbulo óseo:** está situado dentro de la ventana oval donde contiene el utrículo y el sáculo.
- **Vestíbulo membranoso:** está compuesto por tres partes:
  - Utrículo: vesícula aplanada unida a la fosa semiovoidea.
  - Sáculo: ubicado debajo del utrículo, es una vesícula redonda unida a la fosa hemisférica.
  - Conductos membranosos semicirculares: están situados dentro de los conductos óseos y se dividen en superior, posterior y externo.

El utrículo y el sáculo se comunican por un conducto llamado

utriculosacular, de ahí pasan al conducto endolinfático y de ahí a un fondo de saco que levanta a la duramadre a nivel del peñasco.

Los fascículos que vienen de los conductos semicirculares van a los núcleos vestibulares y de ahí se envían fibras a la médula espinal y a los núcleos de los nervios craneales oculares. Encargados de los músculos corporales y de los oculares de forma respectiva cuando se produce el movimiento.

Reflejos vestíbulo-ocular

Desempeña una importante función cuando se cambia en forma brusca de posición o sólo el movimiento de la cabeza, permite mantener estable la mirada en la retina, este reflejo también se observa en personas ciegas.

La vía para los reflejos del equilibrio comienza en los nervios vestibulares y pasan cerca del cerebelo y los núcleos vestibulares. De ahí se envían señales a los núcleos reticulares. Hay señales que van hacia la médula espinal para poner en alerta a los músculos y el cerebelo alerta y adapta al tono muscular para una situación inesperada.

El área vestíbulo cerebelosa es la más importante en el control del equilibrio, sobre todo en los movimientos rápidos, la función está relacionada con calcular a partir de distintas velocidades y direcciones donde estarán las distintas partes del cuerpo en los próximos milisegundos.

Definiciones

- **Equilibrio:** informa la posición del cuerpo para mantener siempre una postura adecuada.
- **Endolinfa:** líquido del caracol del oído interno, que tiene por objeto recibir las vibraciones.
- **Utrículo:** pequeña vesícula que forma parte del laberinto membranoso del oído interno.
- **Vestíbulo:** cavidad del laberinto.
- **Otolitos:** concreción de carbonato de calcio que se sitúa sobre los cilios sensoriales del oído interno.
- **Cóclea:** caracol.

Fisiología

- Responsable de informar al centro de procesamiento central sobre la velocidad linear y angular de la cabeza.

- Orienta los movimientos de la cabeza en relación con la gravedad.
- Provee información exacta sobre la posición y el movimiento de la cabeza en el espacio.
- Encargado de generar movimientos compensatorios corporales, para mantener el control postural durante los movimientos de cabeza, postura y locomoción.

Historia

En el decenio de 1940-49, el otorrinolaringólogo Cawthorne, junto con la fisioterapeuta Cooksey, observaron que dentro de los pacientes con alteraciones vestibulares, quienes realizaban movimientos de cabeza mejoraban con rapidez, a diferencia de quienes restringían dicha actividad.

En 1980, Brandt y Daroff con base en las observaciones de Cawthorne y Cooksey, desarrollan protocolos de tratamiento y prueban de manera científica su efectividad en la intervención de pacientes con alteraciones vestibulares periféricas.

Trastornos vestibulares más comunes

- Hipofunción vestibular unilateral.
- Hipofunción vestibular bilateral.
- Vértigo postural paroxístico benigno (VPPB).
- Alteraciones centrales.

Hipofunción vestibular unilateral. Por lo general, su lesión es de origen periférico, la recuperación es espontánea y en caso de recibir tratamiento, éste consta de sustituciones y ejercicios vestibulares.

Hipofunción vestibular bilateral. Su lesión indica que se trata de un problema de origen central, por tanto, su tratamiento se basará en ejercicios de adaptación y sustitución de sistema vestibular.

Vértigo postural paroxístico benigno. Causado por una canalitiasis o cupulolitiasis. En la canalitiasis se cree que la otoconia flota en uno de los canales semicirculares. Mientras en la cupulolitiasis, la otoconia está adherida a la cúpula del canal semicircular, por tanto, la hace sensitiva a la gravedad que por ende provoca vértigo.

Para realizar el diagnóstico diferencial entre la canalitiasis y la cupulolitiasis se observa la duración del nistagmo, en el caso de la primera, éste dura hasta 40 seg aproximadamente, en la segunda el nistagmo llega a

tener una duración mayor de 1 min.

Evaluación

- Nombre completo del paciente.
- Diagnósticos (todos).
- Antecedentes: nivel de funcionamiento previo y fecha de inicio de los síntomas.
- Fármacos: queja principal.
- Impedimentos en los subsistemas: fuerza muscular, dolor, sensación, visión, sistema somatosensorial y vestibular.
- Pruebas especiales.

Organización sensorial

Consta de seis pruebas que se realizarán con el paciente descalzo:

1. Paciente en posición bípeda, con los ojos abiertos, se observa si existe desequilibrio (laterales, anteroposteriores, otras) durante 25 min.
2. Con el paciente en posición bípeda y con los ojos cerrados, se observa si existe falta de equilibrio durante 25 min.
3. Paciente en posición bípeda, con los ojos abiertos, da un paso hacia adelante y se observa si hay desequilibrio durante 25 min.
4. Paciente en posición bípeda, con los ojos cerrados y se observa si existen movimientos anormales (laterales, anteroposteriores, otros) dando un paso hacia adelante, también se ve si existe desequilibrio durante 25 min.
5. Paciente en posición bípeda, con los ojos abiertos, parado sobre una superficie irregular (almohada, *tombling*, otros) y se observa si existen trastornos del equilibrio durante 25 min.
6. Paciente en posición bípeda, con los ojos cerrados, parado sobre una superficie irregular y se observa si hay desequilibrio durante 25 min.

Prueba de arteria vertebral

Es útil para descartar que el vértigo sea producido por la compresión de la arteria vertebral:

1. El paciente sentado, se le sostiene la cabeza y se realiza de manera pasiva una extensión, así como lateralización máximas, pedir al paciente

que cuente en voz alta hasta veinte (20), se realiza en forma bilateral, se observa si existe nistagmo y disartria para que la prueba sea positiva.

Prueba de vértigo cervical

Ayuda a descartar que el vértigo se produce por la presencia de alteraciones a nivel de la columna cervical: el paciente se encuentra sentado, se sostiene la cabeza de modo firme y se pide que gire la totalidad de su cuerpo lo más que pueda, hacia la izquierda y luego hacia la derecha. Se le pregunta si existe parestesia o dolor que se irradie hacia el brazo del lado en el cual se realiza la prueba, además de observar si existe límite en el arco de movimiento (a nivel de la columna cervical) y si hay vértigo o nistagmo para que la prueba sea positiva.

Prueba de agudeza visual

El paciente se coloca a 4 m de distancia de la lámina para la agudeza visual, se le pide que lea la línea más pequeña que pueda y después que lea las tres superiores con movimiento de cabeza. El paciente con alteración vestibular no puede realizar esta actividad, por alteración sobre todo del reflejo vestíbulo-ocular, presenta entonces vértigo e incluso se puede observar presencia de nistagmo.

Movimientos de cabeza

El paciente está sentado, se le realizan movimientos pasivos de cabeza laterales y anteroposteriores, antes de realizar dicha prueba se observa si existe límite en el arco de movimiento de la cabeza del paciente. Cada movimiento se realiza cerca de 10 min y se observa la presencia de nistagmo.

Past Pointing

Esta prueba, de ser positiva, indica lesión vestibular a nivel central.

1. El paciente está de pie frente al explorador, se le pide que marche en su lugar y con movimientos de brazos, indique con ambos índices un punto específico (p. ej., el índice del examinador). La prueba es positiva si el paciente pierde la relación que llevaba en un principio, es decir, no ubica en el espacio el punto que se le indicó, avanza hacia adelante o hacia atrás.

Hallpike Positioning Test

Prueba específica cuando el diagnóstico es de vértigo postural paroxístico benigno:

1. Con el paciente sentado en la mesa de exploración, se gira la cabeza hacia la izquierda o la derecha (según el lado afectado), y con un movimiento rápido se acuesta al paciente de manera que la cabeza quede fuera de la mesa de exploración. Así se mantiene por 25 min y se regresa a la posición original. La prueba es positiva si presenta vértigo y se observa nistagmo.

Reflejo vestíbulo-ocular

Esta prueba indica una probable alteración en la estabilidad ocular con respecto a la cabeza:

1. El paciente se encuentra sentado y se le pide que siga con la vista cierto objeto en varias direcciones. La prueba es positiva si el paciente no puede mantener la vista fija en el objeto y además presenta nistagmo.
2. Control postural: estrategias de movimientos posturales: a nivel de tobillo y de cadera, es decir, el paciente con alteración vestibular no tiene límite de estabilidad.
3. Balance:
   - Dinámico: se pide al paciente que camine al mismo tiempo que realiza otra actividad, por ejemplo, leer un letrero. El paciente con alteración vestibular pierde el balance al realizar este tipo de acción.
   - Estático: se observa el balance del paciente en la posición bípeda.
4. Antecedentes de caídas: se observa que en la mayoría de los pacientes con historiales de caídas, éstas se deben a alteraciones en el sistema vestibular.
5. Pruebas diagnósticas.

Tratamiento

Maniobras de reposicionamiento

a) Reposicionamiento canalítico (para canal posterior): con el paciente sentado en la mesa de exploración, se le gira la cabeza hacia el lado a tratar (p. ej., izquierdo) y se baja el tronco con rapidez, de manera que la

cabeza del paciente quede fuera de la mesa de exploración, en esta postura se mantiene por 3 min. Después se gira la cabeza de nuevo a la posición neutra y de inmediato el cuerpo gira hacia la derecha, mientras se gira la cabeza, de forma que el paciente mire hacia el suelo por 10 o 15 min. Vuelve el paciente a su posición original (sentado), se le coloca collarín blando por 24 h y se le pide que por una semana no realice flexo-extensión máxima y que duerma semisentado a 45°.

b) *Epley Maneuver* (canal horizontal): con el paciente sentado, se mueve la cabeza hacia el lado afectado y se acuesta en posición supina, colocar entonces la cabeza un poco flexionada, para posicionar el canal horizontal en paralelo a la fuerza de gravedad. Luego que el vértigo y nistagmo desaparecen, la cabeza se gira hacia el lado contrario y el paciente gira su cuerpo hacia ese mismo lado hacia la posición prona (si el paciente experimenta vértigo, el movimiento se detiene hasta que éste desaparece). El paciente vuelve a girar su cabeza y el cuerpo retorna la posición supina. El paciente se sienta y se le coloca collarín blando. En esta técnica, la cabeza es la que dirigirá al resto del cuerpo y cada posición se mantiene por 5 o 10 min.

c) *Brandt Daroff Habituation Exercices* (canal posterior): el paciente sentado, quien va a moverse con rapidez hacia el lado que le produce los síntomas, se mantiene en esta posición hasta que el vértigo desaparece y 30 min más, después vuelve a la posición inicial (sentado) por un lapso de 30 min y enseguida se mueve al lado contrario por otros 30 min y regresa a la posición original. Se ejecuta la secuencia de 5 a 20 repeticiones tres veces al día, hasta que el vértigo desaparece. Después se coloca collarín blando por 24 h y en las siguientes sesiones sólo por 3 h.

Adaptación

a) Estabilización visual: son los ejercicios que tienen por objetivo estabilizar la visión cuando existe movimiento, es decir, estimular el reflejo vestíbulo-ocular y se realizan de la siguiente manera: se utilizan dos tarjetas diferentes. Se coloca cada una en cada mano del paciente y con movimientos de ojos (sin mover la cabeza), se le pide que mire cada tarjeta veinte veces en plano horizontal, vertical, diagonal (trayectoria visual). En seguida se le pide que realice lo mismo, pero que desplace una tarjeta. El paciente comienza el ejercicio en posición sedente, debido a que logró realizar la actividad, se pide que lo realice en posición

bípeda, luego caminando y cada vez que logre dominar la actividad se aumenta el grado de dificultad, hasta que incluso disminuya el tamaño de la tarjeta (se comienza con tarjetas del tamaño de media cuartilla).

b) Movimientos de cabeza: el paciente comienza en posición sedente, se realiza el mismo ejercicio de estabilización visual, pero con movimientos de cabeza, el grado de dificultad se aumenta hasta que el paciente observe las tarjetas al caminar en direcciones diferentes.

c) Estabilización corporal: el paciente se coloca de pie, de preferencia descalzo y se comienza a balancearlo hacia adelante, hacia atrás, a los lados, otros, se inicia con la vista fija y luego con movimientos oculares, termina el paciente el realizar actividades físicas combinadas de estabilización corporal con movimientos como lanzar una pelota al aire, entre otros.

Sustitución

Se trabaja la sustitución en pacientes que además de sufrir vértigo, padecen de desequilibrio. Los ejercicios son muy variados y aumentan de dificultad, según la adaptación del paciente a cada uno de ellos: caminar en superficies irregulares (almohadones, *tombling*, colchones, otros). Utilizar banquitos como obstáculos durante la marcha, subir y bajar escaleras, marcar huellas y que las siga, colocar letras durante el recorrido de su ambulación y que las lea en voz alta.

Precauciones

- Pérdida auditiva súbita.
- Presión auditiva severa.
- Fluido en el oído.
- Ruido severo (*tinnitus*) en el oído.
- Terapia sin diagnóstico.
- Otras condiciones médicas complicadas.
- Terapia basada en síntomas no vestibulares.

Resultados de la rehabilitación vestibular

- Vértigo postural paroxístico benigno (VPPV): 96%.
- Hipofunción sin estabilidad: 85%.
- Hipofunción con estabilidad: 70%.

TERAPIA FÍSICA EN LA HEMIPLEJÍA

Hemiplejia infantil

La hemiplejía es la parálisis cerebral donde un hemicuerpo queda paralizado. La parálisis cerebral se da por una encefalopatía no progresiva en un cerebro que no ha terminado de madurar. Las causas pueden ser:

- **Prenatales:** enfermedades infecciosas de la madre durante el primer trimestre del embarazo, hipertensión materna, incompatibilidad Rh.
- **Perinatales:** la más conocida es la anoxia neonatal.
- **Posnatales:** infecciones (p. ej., meningitis), intoxicaciones y traumatismos.

Características del niño con hemiplejia

Un niño que cuente con una hemiplejía va a tener una serie de dificultades propias al hecho de tener un hemicuerpo parésico. Algunas de éstas son:

- Problemas de equilibrio por no controlar bien un lado de su cuerpo, incluyendo tropiezos y caídas.
- Aunque llegan a caminar en la gran mayoría de casos, lo hacen con un poco de retraso respecto a lo considerado normal (aprenden a caminar hacia los 18 y 22 meses de edad), y encuentran grandes problemas para funciones como correr y saltar.
- Suelen tener olvidada la mano afectada y usan la sana para compensar las actividades del día a día (juego, alimentación, vestido).
- Hay una disminución de la información sensorial que la mano afectada recibe.
- Tienden a cargar en exceso sobre la pierna sana.
- El pie parésico presenta equinismo.
- Se dan reacciones asociadas cuando se emplean las partes sanas (brazo y pierna sanos).
- Las partes del cuerpo afectadas pueden crecer a un ritmo menor, y también se da una asimetría postural.

Fisioterapia para niño con hemiplejia

El punto más importante durante el tratamiento de fisioterapia y en la vida diaria del niño, es conseguir que integre tanto la mano como el pie que

están afectados.

- Motivarlo para que juegue con juguetes grandes y a ser posible que sean ligeros, para que use ambas manos.
- Intentar que los juguetes que el niño tenga a su alcance le proporcionen *feedback* (algún tipo de respuesta);manipularlos, ya sea a través de sonidos o colores.
- Practicar a diario actividades bimanuales, y solicitar el uso de la mano afectada para todas las actividades de la vida cotidiana como son el vestido y la higiene.
- Trabajar tanto la percepción como la sensibilidad, a través de objetos de diferentes formas, texturas, consistencias y además andar bajo superficies irregulares (arena, pasto, colchón).
- Control de reacciones de protección para que se le motive a emplear la mano afectada (entrenar caídas).
- Terapia de restricción de la mano sana si fuera necesario.

Prevenir cualquier complicación musculoesquelética a largo plazo como son los acortamientos musculares, a través de ortesis y vendaje neuromuscular.

Siempre se deben tolerar los tiempos de cada niño y permitir la integración de su hemicuerpo dentro de su esquema corporal. Se le deben facilitar todas las herramientas de las que se dispone para conseguir una buena interacción con el hemicuerpo afectado e ir modificando la fisioterapia según los avances y crecimiento del menor.

La enfermedad vascular cerebral (EVC) conlleva una alteración de la función cerebral por isquemia o hemorragia, con producción de un cuadro parético como síntoma principal y constituye la tercera causa de muerte de los países occidentales, después de los procesos cardiacos y del cáncer.

Con independencia de la etiopatogenia del cuadro, ya sea trombótica, embolica, lagunar o hemorrágica, la fisioterapia será muy semejante aún cuando los resultados obtenidos dependen de la gravedad de la lesión cerebral, localización, edad, motivaciones, condiciones socioeconómicas, entre otras.

Desde un punto de vista etiopatogénico, la razón más destacada del cuadro hemipléjico es la oclusión de la arteria cerebral media, las isquemias circulatorias como el fallo cardíaco o vasomotor, suelen ser más benignas y breves por originar isquemias transitorias sin trastornos de

circulación, mientras que la EVC produce reacciones inflamatorias del endotelio vascular.

Elementos básicos para determinar el pronóstico en terapia física

1. Antigüedad de la EVC: la rehabilitación debe iniciarse en el momento de la recuperación de la conciencia.
2. Estado mental y colaborador del paciente: la disminución de la capacidad cognitiva, la atención, la memoria y la falta de colaboración del paciente se determinan por cuadros depresivos, los cuales se tienen que tratar.
3. Edad avanzada: sólo si está acompañada de deterioro biológico.
4. Complicaciones: la aparición de alteraciones secundarias por falta de tratamiento adecuado puede agravar el pronóstico, pueden ser espasticidad, limitaciones articulares, úlceras, dolor, fracturas e inmovilización.

De manera semejante la obesidad es un factor agravante en el pronóstico, por complicar la facilidad de movimiento al paciente.
En relación con el lugar donde se localiza la hemiplejía, existen diferencias funcionales según si es izquierda o derecha. La hemiplejía izquierda (hemisferio derecho) muestra afección perceptiva viso motora, pérdida de memoria visual y menor capacidad de juicio, por tanto se desarrolla una conducta impulsiva y no organizada cuando se realizan ADVH, a la vez que es más factible sufrir caídas y el paciente se muestra más indisciplinado, olvidadizo y poco motivado. El hemipléjico derecho es incapaz de comunicarse, pero conserva intacta la memoria perceptiva viso motora, con lo cual es más apto para aprendizajes, estímulos y motivaciones.

Salvo en casos de catástrofe cerebral, se consiguen siempre diversos niveles de recuperación espontánea. Existe un tipo de recuperación adaptativa con empleo de sustitutos (como es el uso de la mano indemne) y otro de recuperación intrínseca, que supone cierta mejoría de la lesión neuronal (llegar a mover la mano paralizada), aún cuando ambos tipos de recuperación pueden verse dificultados por tratamientos mal dirigidos.

Principios básicos de la recuperación

1. El grado de recuperación depende de la gravedad del déficit inicial.
2. La recuperación más rápida se consigue en los primeros 3 a 5 meses.
3. De 5 a 10% del índice de recuperación se obtiene entre los 6 y los 12 meses.
4. Es mínimo el logro de recuperaciones neurofisiológicas después de un año.
5. Todas las funciones, movimientos, lenguaje, independencia, muestran el mismo patrón de recuperación.

Valoración del patrón hemipléjico

Los patrones iniciales, flácido y arreflexia, suelen cambiar en pocos días, luego de los cuales se inicia un aumento del tono progresivo y aparecen algunos movimientos segmentarios.

En la extremidad superior predomina la actividad flexora, retracción y depresión escapular, aducción, así como rotación interna del hombro, pronación del antebrazo y flexión de codo, muñeca y dedos. En tanto que en la parte inferior extensora retro elevación de pelvis, extensión, aducción y rotación interna de cadera, extensión de rodilla, flexión plantar e inversión del pie.

Tratamiento

1. Tratamiento postural: se mantendrá durante las 24 h del día para evitar complicaciones secundarias, ulceraciones, adquisición de posturas patológicas, entre otras.
2. Si no existieran contraindicaciones clínicas, el paciente debe abandonar la cama durante las horas del día, para permanecer sentado en buena postura con apoyos estables de las extremidades paralizadas.
3. Movilizaciones pasivas de las extremidades paralizadas varias veces al día, estimular al máximo la conciencia de dichos movimientos, para facilitar el adiestramiento sensorial y compensar los deterioros sensitivos.
4. Normalización sensoperceptiva del movimiento pasivo o activo de las áreas paralizadas.
5. Para el desarrollo del equilibrio se conserva la máxima simetría posturo-corporal con el lenguaje.
6. Ejercicios de sentarse y levantarse, así como desarrollo del equilibrio en bipedestación con normalización frente al espejo.

7. Promover patrones estáticos de marcha: una vez conseguido una buena postura y ya normalizado el equilibrio, se iniciarán ejercicios de marcha sin desplazamiento.
8. Marcha con desplazamiento en barras paralelas progresiva, frontal, lateral y por último con el paso de obstáculos.

Reeducación neuromuscular

En la recuperación de la EVC se practican varios métodos de reeducación neuromuscular, en los cuales se pueden conseguir sinergias neuromusculares mediante el empleo de estímulos cutáneos y propioceptivos, obtener modificaciones positivas del tono y actividad motora voluntaria.

Con independencia del tratamiento rehabilitador que cada caso exija, a continuación se darán algunas recomendaciones que pueden servir de apoyo práctico para la rehabilitación del hemipléjico:

- Deberá buscarse el logro máximo del equilibrio del tronco, mediante estímulos progresivos del tronco hacia adelante, hacia atrás y a los lados.
- Facilitar, estimular y asistir la movilización del tronco, flexo-extensión y rotación.
- Durante las actividades que anteceden, el paciente mantendrá su extremidad superior afectada junto al cuerpo con el codo flexionado y empleará un cabestrillo.
- Desde el primer momento deberán efectuarse movilizaciones activas de cuello y hombros.

La flexión lateral del cuello hacia el lado paralizado provoca una contracción del trapecio superior, mientras no puede conseguirse una elevación activa del hombro si ésta se intenta en forma primaria, el pectoral mayor puede relajarse al rotar la cabeza hacia el lado no afectado.

- El dolor del hombro suele presentarse en 72% de los casos de hemiplejía, entre sus posibles causas se encuentran la espasticidad y la subluxación antero-inferior. La subluxación puede corregirse con electroestimulación y el empleo de una ortesis durante la marcha, en casos de dolor se plantea el caso de utilizar una ortesis para la extremidad afectada, sobre todo al realizar la marcha.
- La extensión del codo se facilita al rotar el cuello hacia el lado afectado y

pronación del antebrazo en forma pasiva, a la vez que se empuja hacia abajo. También se estimula el tríceps con golpeteos y estiramientos pasivos y prolongados, se extendiendo el codo de manera progresiva y se hace que el paciente descargue el peso corporal sobre él.

- Para la flexión del codo deberá evitarse de manera previa la abducción al presionar con el codo la pared torácica, luego se inicia la flexión reforzada tratando de tocarse la boca o el hombro opuesto.
- La abducción del brazo se facilita al colocar el antebrazo en pronación y flexionando por completo el codo, mientras se bloquean los intentos de separación.
- La elevación del brazo facilita la extensión de los dedos.
- Cualquier actividad flexora de los dedos debe acompañarse de la estabilización de la muñeca en extensión, la extensión del codo facilita la extensión de la muñeca.
- La extensión de los dedos se facilita en decúbito prono, al mantener el brazo al costado del cuerpo, así como separar de manera enérgica el pulgar, a la vez que se produce una supinación del antebrazo, mientras se friccionan las falanges proximales de su cara dorsal.

Ayudas prácticas

Movilidad

- Andador trineo.
- Silla con rodamientos.
- Bastón de 3 o 4 patas.
- Bastón con adaptador de muñeca.
- Silla de ruedas movidas con una sola mano.
- Cuerda al pie de la cama para incorporarse.
- Barandilla adicional en la escalera.
- Barandilla en el cuarto de baño.

Escribir

- Mesa de columna o tabla en el regazo.
- Soporte de lápiz o pluma.
- Barajas de dibujos y palabras para pacientes afásicos.
- Soporte de teléfono.

Comer

- Plato con muelle amortiguador.
- Plato-termo para quien come despacio.
- Cuchillo Nelson (combinación de cuchillo y tenedor).
- Soporte para platos.

Lavarse

- Toalla con presillas.
- Lima de uñas con soporte.
- Asiento de baño.
- Barandilla de seguridad.

Vestirse

- Botón corchete.
- Tirantes de clip o fijos en el pantalón.
- Sujetador de corbata.
- Cierres velcro.
- Clip en delantal canguro.
- Calzador de empuñadura larga.

Trabajo doméstico

- Portatoallas de succión.
- Recogedor y escoba de mano larga.
- Tendedero que se eleve por poleas.
- Cesto con ruedas para ropa sucia.

Cocinar

- Sartén eléctrica con tapa.
- Caja de cerillos soportada.
- Utensilios fijos (cortador de papas, exprimidor, licuadora, otro).

Recreación

- Soporte ranurado para cartas.
- Bastidor unido a la mesa.
- Soportador para aguja de tejer.

BIBLIOGRAFÍA

Ades PA: Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease. N Engl J Med, 2001.

Blair SN, Kohl HW, Paffenbarger RS Jr *et al*.: Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. JAMA, 1989.

Korenfeld Y, Mendoza-Bastidas C, Saavedra L *et al*.: Current status of cardiac rehabilitation in Latin America and the Caribbean. Am Heart J, 2009.

Manson JE, Greenland P, LaCroix AZ *et al*.: Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. N Engl J Med, 2002.

Myers J, Prakash M, Froelicher V *et al*.: Exercise capacity and mortality among men referred for exercise testing. N Engl J Med, 2002.

Schargrodsky H, Hernández-Hernández R, Champagne BM *et al*.: Carmela: Assessment of cardiovascular risk in seven latin american cities. Am J Med, 2008.

Wenger NK: Current status of cardiac rehabilitation. J Am Coll Cardiol, 2008.

CAPÍTULO 15

Ejercicios terapéuticos

INTRODUCCIÓN

El término ejercicio terapéutico conlleva dos conceptos:

- Ejercicio, que implica la utilización de los músculos para algún tipo de esfuerzo, el cual causa movimiento de alguna parte del cuerpo.
- Terapéutico, el cual explica que este tipo de esfuerzo debe ser parte de un programa de tratamiento bajo supervisión médica y prescrita de manera apropiada con el objeto de mejorar funciones determinadas.

Existen muchos tipos de programas de ejercicios los cuales se aplican en la rehabilitación de los pacientes y por supuesto, esto es sólo una parte del programa completo de rehabilitación. Estos ejercicios pueden ser: isométricos, isotónicos, concéntricos, isotónicos excéntricos, isotónicos de resistencia variable, isocinéticos (concéntricos y excéntricos), biocinéticas, cinéticos acelerativos o variaciones de éstos.

En la medicina de rehabilitación, el ejercicio se prescribe para desarrollar fuerza, resistencia, coordinación, rango de movimiento y flexibilidad, con el objeto de restaurar y aumentar la función.

Es indudable que uno de los grandes problemas de la traumatología, es el síndrome doloroso lumbar. Desde el punto de vista de la rehabilitación, es fundamental aliviar el dolor y debe considerarse que el manejo del paciente no termina en el periodo agudo, sino que debe continuarse con un programa de ejercicios específicos.

El propósito del capítulo es el de orientar a los pacientes sobre los cuidados que requieren para obtener resultados satisfactorios del tratamiento hospitalario, así como para su óptima recuperación en el desarrollo de las actividades cotidianas. A continuación, se señalan las principales indicaciones de una buena postura, tanto en reposo como en

actividad, además de una serie de ejercicios terapéuticos, cuya ejecución se realizarán con instrucciones precisas que el médico tratante ordenará.

La práctica del ejercicio induce la liberación de sustancias que disminuyen la percepción del dolor, mejora el rendimiento de los músculos aumentando la resistencia, mejora el carácter y la forma, y la sensación de bienestar, lo cual permite descansar mejor durante el sueño.

Un programa adecuado de ejercicio debe incluir un precalentamiento, un programa de ejercicio aeróbico suave que nunca debe empeorar la situación clínica ni la percepción de enfermedad del paciente y una secuencia de relajación con series de estiramientos.

Fases del programa de ejercicios

Calentamiento: sirve para preparar el cuerpo para la fase de preparación física del programa. Debe durar entre 2 a 5 min y tener baja intensidad.

Fase de trabajo: es la fase de ejercicio activo. Esta fase debe diseñarse para cada paciente. Debe ser lo suficientemente intensa como para alcanzar la frecuencia cardiaca prevista sin pasar el nivel de percepción de agotamiento citado. La duración depende del nivel de entrenamiento, pero de forma general el objetivo entre 20 y 30 min.

Recuperación: consiste en caminar despacio o pedalear sin resistencia para disminuir hasta su normalidad la frecuencia cardíaca (FC). Esta fase es imprescindible pues evita la acumulación de sangre en las piernas y el mareo que muchos pacientes experimentan tras el ejercicio.

Estiramientos: debe finalizar siempre la sesión de ejercicios con estiramientos de piernas, brazos y tronco. Representa la continuación de la fase de “normalización” o recuperación. Es esencial para reducir el dolor y la rigidez.

Reposo: cada periodo de ejercicio debe seguir después de un reposo en silencio y relajación donde la respiración ayuda a conseguirlo.

Pulsaciones durante el ejercicio

Al inicio del ejercicio su frecuencia cardíaca (pulsaciones) debe encontrarse en los parámetros y rangos habituales de cada individuo, que en general está entre los 60 a 80 latidos minuto, a excepción de persona entrenadas que suelen presentar bradicardia en reposo.

El médico debe reevaluar la situación y el diagnóstico, asimismo como la enseñanza de la toma de la FC y signos de alarma a los que van a practicar

alguna actividad deportiva, éstos pueden ser: mareo durante o tras el ejercicio y respiración dificultosa, haciendo complejo mantener una conversación.

Cuando se comience el ejercicio, las pulsaciones deben estar dentro del rango normal, es decir entre 60 y 80 por minuto, aunque hay pacientes que su normalidad es un poco superior (a veces hasta 90-95 pulsaciones por minuto). Durante el ejercicio se deben controlar las pulsaciones para verificar que se encuentran en la zona que constituye el objetivo a mantener (frecuencia cardiaca de entrenamiento) y ajustar el nivel de actividad para conseguir, al cabo de 30 días de ejercicio, mantenerse en esa zona durante 20 min, si se logra optimizándose al máximo el beneficio cardiovascular del ejercicio.

Tras el ejercicio se debe tomar el pulso de inmediato y después de 5 min de recuperación o estiramientos. Es importante tomar nota de estos valores para llevar un control de comparación. La modificación de estos valores, a medida que avanza el programa de entrenamiento, será la medida de la eficacia del mismo. El corazón será más fuerte y no precisará latir tan deprisa para mantener las funciones vitales.

Una medida que podría consistir en el objetivo para unos 2 o 3 meses de ejercicio es la que viene dada por la siguiente fórmula:

Intensidad (0.60) x Minutos x Frecuencia semanal = 40

- Si se presentan cualquiera de los siguientes signos de intolerancia al ejercicio el paciente debe detenerse y descansar. Si los síntomas no mejoran con el reposo o si continúan limitando su actividad, debe consultar con el médico tratante.
- Fatiga persistente que no mejora con el reposo.
- Cambios bruscos en el ritmo del pulso.
- Dolor en las articulaciones, músculos o huesos.
- Dolor en el pecho, mandíbula, dientes, orejas, brazos, cuello o zona superior de la espalda. Si este dolor no se alivia en dos o tres minutos, informar al médico.
- Náusea, vómitos, temblores, sudor frío o sensación de gran debilidad.

Pasos para mejorar el seguimiento de un programa de ejercicios:

- Comenzar despacio, es fácil que el paciente decida abandonar el programa si se quiere apurarlo.

- Buscar el momento en el que se pueda hacer el ejercicio sin interferencias.
- Seleccionar el horario más cómodo.
- La relajación con calor puede ser de utilidad para comenzar el ejercicio.
- Utilizar ropa cómoda y calzado adecuado.
- Alternar formas de ejercicio, por ejemplo, nadar un poco un día a la semana y los otros dos días salir a caminar o pasear en bicicleta el fin de semana.
- Fijarse objetivos.
- El tiempo de recuperación tardará entre uno y dos meses en mejorar la capacidad de ejercicio y entre tres y seis meses en notar una mejoría de forma estable, pero con sólo dos días en que se retorne a la inactividad comenzará de nuevo a perder resistencia. Dos semanas de inactividad le retornarán al estado inicial.

POSTURA

Postura es la posición de las diferentes partes del cuerpo durante el reposo o la actividad. Una buena postura no sólo significa erguirse mientras se permanece de pie, sino describe la posición en la cual se duerme, se sienta, se para o levanta objetos.

Se deberá tener en cuenta que la posición de pie correcta al caminar se logra cuando se mantiene la cabeza ligeramente levantada, el abdomen hacia adentro mediante la contracción de los músculos glúteos y los estiramientos bruscos o prolongados de la espalda. Algo esencial para cuidar la espalda es aprender a dormir de manera correcta.

El colchón debe ser firme, puede ser un colchón cualquiera si se aplica una tabla para hacerlo más firme. Esta tabla debe tener 1.5 cm de grueso, 5 cm menos larga y ancha que el colchón.

EJERCICIOS RESPIRATORIOS

El paciente se acuesta boca arriba, con las piernas dobladas, los pies apoyados en el suelo y brazos a lo largo del cuerpo. Inspira por la nariz y al mismo tiempo lleva los brazos hacia arriba. Espira por la boca, regresa los brazos por arriba siguiendo el mismo camino o posición inicial. En la misma posición: inspira por la nariz y al mismo tiempo, abre los brazos, por lados hasta atrás. Espira por la boca y regresar los brazos por el mismo camino a la posición inicial.

La misma posición inicial, sólo las manos debajo de la nuca, codos juntos por encima de la nuca. Inspira por la nariz, se abren los codos hasta tocar la superficie. Espira por la boca y se cierran los codos. La misma posición inicial para la respiración abdominal. Inspira por la nariz, al tiempo que se infla el vientre sin mover el tórax. Espirar por la boca sumiendo el vientre.

Los siguientes ejercicios se deben hacer, en la mañana, en la tarde y noche, sobre un colchón firme o sobre el piso acojinado. Cada ejercicio se debe hacer 10 veces. Al iniciar la rutina hacer sólo tres ejercicios de cada uno y aumentar cada dos días un ejercicio hasta llegar a 10 de cada uno.

Rotación de la pelvis: acostado boca arriba, con las rodillas dobladas, el paciente pega la parte inferior de su columna vertebral a la cama, levanta la pelvis hacia arriba procurando aumentar la distancia entre el hueso anterior de la pelvis y las costillas inferiores. Mantiene esta postura por 2 seg; se relaja y repite.

El objeto de este ejercicio es alinear la columna vertebral, encoger las caderas y contraer los músculos abdominales.

Alzar la cabeza y los hombros: en la misma postura, el paciente levanta la cabeza y los hombros de la cama, intenta tocar las rodillas con sus manos. Las escápulas deben separarse de la cama un poco. Se mantiene esta postura por 2 seg, después se relaja y repite el ejercicio.

Flexión de rodillas y caderas: es la misma postura, el paciente levanta las rodillas hacia el pecho, primero una y enseguida la otra. Luego levanta ambas rodillas hacia el pecho, eleva las caderas de la cama. Se emplean los músculos inferiores del abdomen y los músculos de la cadera para hacer esto y no los brazos. Se mantiene esta postura por 5 seg, se relaja y repite el ejercicio. Es muy complicado este ejercicio, se requiere mucho esfuerzo y puede lastimarse, es mejor hacerlo pasivamente.

El objeto de este ejercicio es estirar los músculos y tendones de la parte inferior de la columna vertebral, así como las caderas, además de fortalecer los músculos inferiores abdominales.

Ejercicios de bicicleta. En la misma postura de los ejercicios anteriores, el paciente flexiona una rodilla hacia el pecho, luego extienda la rodilla, apunta el talón del pie hacia el techo, estira la pierna hasta el punto de dolor. Luego baja la pierna otra vez a la cama, mantiene la rodilla sin doblar. Se repite 10 veces. Debe doblar la pierna y la descansa sobre la cama. Se repite el mismo ejercicio con la otra pierna.

Para estirar los músculos de la cadera. En la postura anterior, el paciente se acuesta a la orilla de la cama. Con las rodillas dobladas

flexiona una rodilla hacia el pecho con sus brazos, deja la otra pierna colgar en la cama. Los músculos de la pierna extendida se estiran en esta postura. Se mantiene esta postura por 5 seg se relaja y repite el ejercicio.

Músculos extensores de la cadera. El paciente se acuesta boca abajo, con un cojín debajo del abdomen, contrae los músculos glúteos con fuerza, con ambas piernas aún extendidas, levanta una pierna a la vez sin doblar la rodilla, eleva la pierna a 15 cm de la cama y se estira al hacer esto. Debe mantener la columna vertebral recta, bajar la pierna a la cama, relajarse y repetir el ejercicio alternando las piernas.

Posición erecta combinada sobre ambos pies. El paciente contrae sus músculos abdominales y mantiene esta postura hasta la cuenta de tres (1, 2, 3). Se relaja. Aumenta cada día esta cuenta al contraer sus músculos abdominales con firmeza. Aprenderá a respirar de modo normal mientras tenga los músculos abdominales hacia adentro. Respirando con el diagrama y los músculos intercostales. El objeto de este ejercicio es fortalecer los músculos abdominales y aprender a detenerlos hacia adentro a todas horas, ya sea al estar sentado, de pie, al caminar, entre otros. Éste es el ejercicio más importante para la columna vertebral. El paciente debe aprender a pararse y sentarse de manera correcta, con el pecho levantado, sus músculos abdominales retraídos y su columna vertebral sin curva.

Manera de encontrar la postura correcta al estar de pie

El paciente se para de espaldas contra la pared y coloca sus pies a 30 cm de ésta. Procura tocar lo más que pueda su espalda contra la pared. Si hay curvatura de su columna vertebral debe “sentarse” contra la pared, doblando las rodillas ligeramente. Contraer los músculos abdominales y de la cadera. Se pega toda la columna vertebral a la pared, al estar en esta postura, extiende sus rodillas y acerca sus talones a la pared. Después se separa de la pared, procurando mantener esta postura al andar. Observar esta postura varias veces al día.

Correcto. Se mantiene derecho mientras trabaja en una mesa o gabinete (no recargarse en la mesa). El paciente dobla las rodillas y caderas. Emplear los músculos de las piernas para levantar un objeto. Que el paciente mire hacia lo que va a levantar y mueva todo el cuerpo en sustitución de sólo girar la espalda. Que lleve siempre el objeto cerca del cuerpo, y mantener el tronco derecho.

Incorrecto. La posición incorrecta es cuando se recarga en la mesa o gabinete, hace que el abdomen no se sostenga y la espalda se curve. Si el paciente dobla la cintura para levantar algo, se lastiman los músculos de toda la espalda. Que nunca doble el tronco al mismo tiempo. Ni que utilice esta postura para cargar o levantar objetos. Esto produce mucha tensión en la espalda.

Que se acueste de lado, con las rodillas dobladas, para alinear la columna vertebral. Si sus hombros son anchos se puede emplear una almohada pequeña bajo la cabeza. No debe doblar la cabeza entre los hombros. Que mantenga la cabeza, el cuello y el tronco, en línea recta. Se puede poner una almohada entre las rodillas para aliviar el dolor en la cadera. Para dormir sobre el abdomen, se colocan las rodillas sobre una o dos almohadas gruesas. Cuando se duerma sobre el dorso, que no utilice almohada para la cabeza. Se puede emplear una toalla enrollada y ponerse bajo el cuello.

Una persona con la columna normal puede dormir con las piernas extendidas. Sin embargo, alguien con lordosis, duerme más cómodo, con una almohada bajo las rodillas. Si se duerme sobre el dorso, con las piernas extendidas, aumenta la tendencia a hacer curva la parte baja de la espalda. Una almohada grande para la cabeza, pone mucho esfuerzo sobre los músculos del cuello, los hombros y brazos. Que el paciente no lea en la cama. Dormir boca abajo aumenta la curvatura de la parte baja de la espalda.

Postura correcta al sentarse

Es preferible una silla con respaldo firme y derecho, pero una mecedora puede dar mayor descanso. Las patas de las sillas deben tener la altura suficiente, de manera que los pies descansen en el suelo. El asiento debe ser lo suficientemente largo para soportar a los muslos, pero no muy largo, pues entonces la cadera no alcanza el respaldo. Si la silla tiene brazos, éstos deben de tener buena altura para que los hombros descansen de manera confortable.

Correcto. El paciente se sienta con la cadera tocando el respaldo, los pies en el suelo y el peso distribuido en los ambos muslos. Se debe sentar derecho, con la barbilla adentro y los músculos del abdomen endurecidos y contraídos. Que coloque el pie en un banquillo. La curvatura de la parte baja de su espalda es corregida, al tener una rodilla más alta que la cadera del mismo lado.

Incorrecto. Si la silla es muy alta la curvatura de la parte baja de la espalda aumenta.

POSTURAS DE EJERCICIOS ISOMÉTRICOS EN MIEMBRO SUPERIOR

El régimen de ejercicios isométricos puede ayudar a proporcionar movimientos funcionales coordinados útiles, al proteger las articulaciones de la tensión adversa durante el programa de ejercicios. Al ceder la enfermedad articular o muscular pueden incorporarse actividades y ejercicios isotónicos en el programa terapéutico global del paciente.

El empleo de un cinturón elástico, de un asa de goma elaborada con dique dental, un tubo interno de goma o de una pelota playera inflada de manera parcial, constituye una forma práctica de proporcionar retroalimentación propioceptiva cuando la extremidad se contrae “de manera isométrica” contra una resistencia poco complaciente.

El ejercicio para reforzar el bíceps braquial bilateral es el empleo de resistencia, utilizando una pelota playera que hace la función del músculo (ejercicio isométrico). Para ejercitar la resistencia de abducción y rotación externa bilateral isométrica del hombro se utiliza un cinturón alrededor de las muñecas. Los ejercicios de movilidad del hombro con el empleo de una vara son para proporcionar asistencia activa de la extremidad superior opuesta.

EJERCICIOS ISOMÉTRICOS

Aparte de la eficacia de los ejercicios isométricos en el fortalecimiento de los miembros, se demostró también la eficacia de éstos en los casos de artropatía inflamatoria.

Para los ejercicios isométricos se prescribe una contracción máxima de 6 seg, dos veces al día, se instruye al paciente para que cuente en voz alta mientras exhala, para evitar la tensión para cada grupo muscular, al menos que esté contraindicado por causas cardiovasculares. Por ejemplo, para reforzar el bíceps braquial se utiliza una pelota playera. Se emplea un cinturón alrededor de las muñecas, para realizar un ejercicio de resistencia de abducción y rotación externa bilateral isométrica de hombro.

EJERCICIOS POSTURALES

Es necesario observar la postura para obtener el máximo beneficio de los ejercicios respiratorios, en tanto que se hace conciencia de ellos, resulta benéfico realizarlos frente a un espejo.

Con los hombros rectos y el tórax hacia adelante, inspirar por medio de la nariz, con lentitud se aumenta de manera gradual la cantidad de aire, después espirar de modo lento, en tanto se mantiene la barbilla elevada y una postura correcta.

De pie, contra la pared, con los pies separados, el peso del cuerpo distribuido por igual en ambas piernas, los hombros simétricos, los brazos colgados a los lados con los codos, muñecas y dedos extendidos, así como las palmas de las manos pegadas a los muslos, expulsar el aire de los pulmones al mismo tiempo que se contraen los músculos abdominales y glúteos, y se aplana contra la pared la parte baja de la espalda, hombros y cabeza; relajar los músculos abdominales y glúteos, además de inspirar.

En la misma posición anterior, se gira los brazos con lentitud hacia adelante hasta que los pulgares queden en contacto con los muslos, luego se levantan los brazos hacia adelante hasta que queden en contacto con las orejas, al mismo tiempo se toma aire, descender los brazos a la posición inicial con expulsión del aire de los pulmones.

En posición de acostado boca arriba, con la rodilla derecha flexionada y la izquierda extendida, el pie izquierdo contra la pared y los brazos relajados a los lados, flexiona el tronco tratando de alcanzar el pie izquierdo con ambas manos, al mismo tiempo que se expulsa el aire de los pulmones, se regresa a la posición inicial y se toma aire, repetir el ejercicio con la rodilla izquierda flexionada y la derecha extendida.

Posición de sentado, en un banco con los brazos colgados hacia los lados, con ayuda de la mano derecha en el mismo costado, el paciente tiene una inclinación lateral al mismo tiempo que se inspira y el brazo lo eleva por encima de la cabeza. Precaución: no separar la cadera del asiento. Repetir el ejercicio anterior, pero del lado izquierdo.

De pie con las piernas juntas y los brazos a los lados, expulsar con lentitud el aire de los pulmones y al mismo tiempo flexionar primero la cabeza, después los hombros y el tronco, se contraen al mismo tiempo los músculos abdominales, enseguida levantar la cabeza y los hombros para tomar el aire conforme se endereza la parte superior del tronco.

Acostado hacia arriba y la espalda pegada a la superficie (rodillas en flexión), el paciente colocará una mano sobre las costillas y otra sobre su abdomen, con el pulgar encima del ombligo, inspira y permite que el

abdomen se eleve lo más posible, después exhala con lentitud con los labios plegados, mientras presiona su abdomen con firmeza hacia adentro y hacia arriba, en tanto el tórax permanece aún en reposo.

Posición a gatas, se realizan dos series de contracciones del abdomen, alternando una vez inspirando y otra con espiración. El paciente inspira a fondo, marca un tiempo de pausa mientras se contrae el abdomen, al finalizar se relaja al soplar el aire.

Posición acostado boca arriba; el paciente coloca las manos sobre el abdomen, tiene las rodillas flexionadas, y encoge el abdomen dos veces, mientras las manos controlan la inspiración y la espiración.

En la posición anterior, con las piernas dobladas, el paciente inspira una carga de 5 a 10 kg, colocada sobre el abdomen (guiar el peso con las manos), se hace una pausa en cada posición (arriba y abajo) y soplar mientras se deprime el abdomen.

EJERCICIOS DE CODMAN

El hombro se compone de siete articulaciones, las cuales se mueven de manera sincrónica y se valen una de la otra para asegurar la movilidad completa, libre y sin dolor. En cada una de las siete articulaciones de la cintura escapular, es importante colocar la mano en posición funcional adecuada. La articulación glenohumeral es el sitio de mayor movimiento de la cintura escapular, comprende la cavidad glenoidea de la escápula y la cabeza del húmero.

Para impedir la movilización en el tratamiento temprano de la limitación del movimiento del hombro, se deben instituir ejercicios activos de movimiento amplio, debido a que el movimiento de abducción elevación hace impacto sobre la bolsa inflamada, así como con el tendón entre el troquíter del húmero y el acromion, esta maniobra debe evitarse.

Un ejercicio antigravitatorio con el cual se minimiza el impacto y se evita la abducción al lograr el movimiento de la articulación glenohumeral se denomina **ejercicio de Codman** o ejercicio pendular. Este ejercicio agrega tracción a la articulación glenohumeral, estira la cápsula, evita la abducción activa y minimiza el retraimiento por elevación de la escápula. Los ejercicios de Codman se hacen de manera pasiva con el brazo colgante, ninguna actividad muscular del hombro es forzada, el brazo se mueve de modo pasivo debido al movimiento ondulatorio del cuerpo.

Técnica

El paciente se dobla hacia adelante sobre la cintura, para lograr una flexión del tronco en ángulo recto. Las rodillas se flexionan un poco y hacen que el dolor disminuya por el estiramiento de los músculos de la región lumbar y de la corva. La cabeza debe estar apoyada sobre un objeto firme y que descanse sobre la otra mano.

En esta posición el brazo pendiente cuelga de manera vertical y el movimiento pendular se inicia. En un plano lateral medial hacia afuera y hacia adentro. En un plano sagital hacia adelante y hacia atrás (hacia arriba y hacia abajo como si el cuerpo estuviera de pie). Por último, un círculo creciente de manera gradual en dirección horaria y luego antihoraria.

El ejercicio pendular activo es una modificación del ejercicio pendular de Codman, el cual se aplica tan pronto como el dolor y la restricción del movimiento lo permiten. Se realiza en la misma posición corporal, pero el brazo se balancea de manera activa. Con frecuencia es deseable un peso agregado, el cual sume tracción al brazo colgante y amplíe el movimiento pendular.

EJERCICIOS DE CHANDLER

Este ejercicio busca al igual que los de Codman, una mejor relajación muscular y periarticular del hombro. Es una forma más perfeccionada de realizar ejercicios pendulares. Los ejercicios de Chandler permiten una posición de mayor relajación del paciente en general, partiendo del decúbito prono o apoyando más sobre el lado contrario al afectado. Colocará el brazo a través de un orificio ya adecuado a la mesa de tratamiento, o en su defecto, el brazo por fuera de la camilla, y con un peso de 1 a 2.5 kg, colgando en la parte distal. Al hacerlos con peso se facilita con una mancuerna. Se pedirá al paciente realizar una flexoextensión de hombro a modo de péndulo, dejándose llevar por la inercia del inicio del movimiento.

Al igual que en los ejercicios de Codman, se trabajará en un arco de movimiento que no provoque dolor y se irá incrementando según tolerancia. Las mediciones electromiográficas de la actividad del manguito rotador muestran una mayor relajación de la zona afectada cuando se adopta la posición de Chandler, contrastándola con la de Codman. Esta postura es más fácil de mantener, más segura y más estable, para pacientes de edad avanzada o con procesos artrósicos.

EJERCICIOS DE NIEDERHOFFER

Los ejercicios de Niederhofter corrigen la escoliosis al actuar sobre los músculos transversos de la cintura escapular y pélvica y no sobre los músculos longitudinales de la columna vertebral. En una escoliosis dorsal derecha, cuando un músculo se contrae, como pueden ser los romboides, se consigue acercar la escápula hacia la columna, pues la columna es una estructura fija y la escápula es móvil.

La musculatura vértebroescapular del lado derecho se va a encontrar contracturada y por ende retraída, mientras que la del lado izquierdo estará atrofiada y elongada. Al permanecer contraído el romboides, si la escápula se encuentra fija, tiene lugar una contracción igual que el caso anterior pero en sentido inserción-origen, lo que hace que la columna se acerque a la escápula y a la línea media corrigiendo la curvatura de la escoliosis.

Niederhoffer realizó varios ejercicios con miembros superiores e inferiores, fijando éstos para conseguir que las escoliosis dorsales y lumbares estuvieran en la posición correcta.

EJERCICIOS DE EQUILIBRIO Y COORDINACIÓN

Las habilidades de equilibrio y coordinación son necesarias para las actividades de la vida diaria, se requiere del control de varios músculos para llevar a cabo actividades sin caerse. Las habilidades de equilibrio incluyen la coordinación ojo-mano, coordinación bilateral y movimientos suaves y controlados del cuerpo.

TIPOS DE EJERCICIO

Equilibrio en una sola pierna. El paciente debe levantar la rodilla hasta que la cadera se doble en un ángulo de 90º; lo importante es mantener esa posición el mayor tiempo posible. Es recomendable contar el tiempo en esa posición para saber cuánto se puede mantener el equilibrio.

Equilibrio complejo en una pierna. Este ejercicio es el mismo que el anterior, excepto que el paciente debe estar de pie en una superficie suave, como una almohada. El objetivo es intentar el equilibrio con los ojos cerrados, con o sin la superficie inestable. También se puede intentar alcanzar objetos cercanos mientras se mantiene el equilibrio.

Equilibrio sobre manos y rodillas. Para lograr este equilibrio el paciente debe bajar las manos y las rodillas en un tapete de ejercicio o manta doblada. Estirar una mano al frente y estirar la pierna opuesta en el aire, hacia atrás. Este ejercicio también se usa para corregir algunas escoliosis. El objetivo es mantener la fuerza muscular contraída para ayudar a permanecer el equilibrio. Después se realiza del lado inverso.

Saltos de torsión. El paciente debe estar de pie, saltar en un lugar y girar 90º para caer sin perder el equilibrio. Incrementar el grado de dificultad dando una vuelta de 180 o 360º manteniendo el equilibrio al caer.

Ejercicios sobre una línea. Caminar hacia adelante y atrás a lo largo de una línea recta dibujada en el piso. Se puede poner un objeto en la cabeza mientras se camina.

Pista de obstáculos. Establecer una carrera de obstáculos que tenga una barra de equilibrio, un tramo de espacio para correr y marcadores para cambiar la dirección. Incluir un espacio para rodar hacia adelante o saltos. Tomar el tiempo que lleva completar la carrera de obstáculos.

Ejercicios con pelota sobre una almohada. El paciente debe intentar pararse en una almohada para lanzar la pelota en el aire o a la pared y

tratar de atraparla sin moverse de la almohada.

Ejercicios de pelota sobre el piso. Aquí el paciente debe sentarse sobre una pelota de ejercicio en un tapete de ejercicio y colocar los brazos a los lados para mantener el equilibrio. Debe tratar de levantar un pie del suelo manteniendo el equilibrio. Bajar y repetir con el otro pie.

Ejercicios de pies a talón. El paciente tiene que caminar con un pie enfrente del otro a lo largo de una línea marcada en el suelo. Mantener los pies en la posición del talón a la punta del pie, atrapar la pelota que el fisioterapeuta le vaya lanzando, o lanzarla hacia una pared y atrápala. Doblar las rodillas puede ayudar a mantener el equilibrio mientras se atrapa la pelota. También tratar de levantar un pie para estirar y recoger objetos a un lado y luego volver a la posición erecta.

Ejercicios para rodilla con ligamento cruzado anterior. La rotura del ligamento cruzado anterior (LCA), por lo general se produce al realizar un giro y desplazamiento anterior de la tibia con el pie fijado en el suelo, superando los límites fisiológicos de elasticidad y resistencia del ligamento cruzado anterior. Esta puede ser parcial o completa. En el caso de que la rotura sea parcial, el tratamiento de rehabilitación consistirá en bajar la inflamación y ayudar a la regeneración del ligamento cruzado anterior, también hay que potenciar los músculos de la rodilla (cuádriceps, isquiotibiales, aductores y gemelos), trabajando desde un inicio el cuádriceps y el vasto interno.

El tratamiento de la rotura completa del ligamento cruzado anterior es quirúrgico. La rehabilitación prequirúrgica es fundamental para una rápida y mejor recuperación posquirúrgica. El inicio de la fisioterapia se recomienda a los siete días de la cirugía, en estos primeros días el paciente ya ha apoyado la pierna sin cargar peso en ella, se ha puesto hielo (antiinflamatorio) cada 2 a 3 horas por 10 min, y ha realizado ejercicios isométricos de cuádriceps. Los ejercicios posteriores a este periodo son:

- Del décimo día a la tercera semana el objetivo principal es disminuir inflamación y derrame intra y extra articular, ganar movilidad articular y de la rótula, ligera tonificación muscular. Trabajar la marcha de forma correcta y se puede retirar una muleta esto varía en cada paciente por peso, edad, entre otros aspectos.
- De la tercera a la sexta semana, se retira la segunda muleta (en la cuarta semana), marcha perfecta, ganar movilidad articular, y tonificación muscular. Eliminación de la inflamación y edema.

- De la sexta a la octava semana, balance articular completo, tonificación muscular, trabajos propioceptivos en cadena cinética cerrada.
- De la octava a la doceava semana, potenciación muscular progresiva, respetando tiempos de cicatrización del neo ligamento, trabajo en bicicleta estática y propiocepción.
- De la doceava a la décimo sexta semana, potenciación muscular intensa, pues para entonces existe una buena cicatrización. Ejercicios propioceptivos de mayor dificultad, carrera continua progresiva.
- A partir de la décimo sexta semana, puede iniciar actividad deportiva.

Ejercicios para fibromialgia. La edad habitual de presentación de la fibromialgia oscila entre los 45 y 55 años de edad, es frecuente que los pacientes tengan otras enfermedades, como tendinitis, artrosis, artritis, osteoporosis, entre otras.

El ejercicio físico aeróbico es eficaz e incluso necesario en un enfoque integrado de la fibromialgia para conseguir una mayor calidad de vida. Estudios actuales apoyan la práctica de un ejercicio aeróbico gradual en este padecimiento.

El paciente, cree obtener ventajas muy inmediatas con el ejercicio y esto no es posible. La fibromialgia se ha presenta en la mayoría de casos de forma progresiva y así es como también se produce un cierto grado de recuperación. No hay cambios en la calidad de vida hasta los seis meses o un año de la práctica continua de ejercicios.

La mayoría de las veces la práctica regular de ejercicio, es muy mal aceptado por el paciente, que se siente incapaz de realizarlo o que lo ha intentado en varias ocasiones de forma inadecuada obteniendo resultados incluso contrarios a los esperados, con aumento del dolor o de las contracturas.

El ejercicio debe ser por prescripción médica individualizada en cada caso e incluso para cada fase del desarrollo de la fibromialgia. El ejercicio debe acompañarse de técnicas de respiración. No es válida la simple inclusión en un programa de “ejercicios para personas de la tercera edad” o en un grupo de “gimnasia en el agua”. Los pacientes con esta enfermedad necesitan de un programa específico.

ACTIVIDADES DE CONTRACCIÓN CON ELONGACIÓN

Si al hacer actividades donde se requieran que los brazos estén sobre la cabeza, por ejemplo, secar el pelo, tender la ropa, colocar objetos en estanterías; o caminar cuesta abajo, sobre todo por terrenos irregulares, se detecta que incrementa claramente el dolor es importante evitar la actividad muscular centrífuga.

Es primordial enseñar estiramientos que nunca deben ser máximos, se trata de hacer en forma repetida a lo largo del día, pequeños ejercicios de estiramiento de varios grupos musculares. No intentar correr demasiado, pues los músculos pueden hacer un efecto de rebote e incrementar el dolor. Comenzar con estiramientos que no alcance el máximo de lo que se podría hacer y mantener entre 10 a 15 seg, y aumentar poco a poco el tiempo en estiramiento hasta los 30 y 60 seg. Es normal que tarde unos dos o tres meses en alcanzar el objetivo de estiramientos de 60 seg sin que aumente el dolor.

El ejercicio diario debería acompañarse de un aumento muy paulatino de actividad física diaria. Un objetivo muy asumible es caminar entre 20 y 30 min en terreno llano tres veces por semana al principio y tras un mes, pasar a hacer esta pequeña caminata cada día, se debe intentar no detenerse mientras que camina estos minutos. Si hace mucho frío es mejor aplazar el inicio de esta actividad hasta que haga mejor tiempo.

Normas para mantenerse activo

Para poder mantener activo al paciente se sugiere:

- Comenzar con una actividad mínima y hacer incrementos leves cada semana.
- Determinar a qué hora del día es más fácil aumentar o programar la actividad.
- Anotar la actividad y los incrementos.
- Si se pierde un día de ejercicios no intentar recuperarlo al siguiente.
- Tener como objetivo inicial conseguir caminar 30 min por día.
- Comenzar con 5 min y aumentar 5 min cada semana hasta conseguirlo.

Es importante indicarle al paciente que se deben establecerse nuevas rutinas que a veces modifican otras y deben cambiarse prioridades. No se deben esperar cambios inmediatos, estos con el tiempo y sobre todo con la constancia acabarán produciéndose. En la gran mayoría de los casos la percepción de mejoría debida a la práctica de un ejercicio regular se

describe como:

- Mayor seguridad en sí mismo y mayor grado de independencia.
- Sentirse mejor y con más energía.
- Le será más fácil controlar el peso.
- Disminuirán el dolor, la rigidez o la sensación de malestar general.
- Puede disminuir la frecuencia cardiaca en reposo.

Ejercicios de estiramiento

- Entrelazar los dedos y estirar los brazos hacia delante. Las palmas de las manos deben de estar hacia fuera. Sentir el estiramiento en los brazos y en la parte posterior de la espalda. Mantener durante 10 seg, realizarlos de 2 a 5 veces.
- Levantar la parte superior de los hombros, hasta sentir una ligera tensión en cuello y hombros, de 3 a 5 seg, después relajar los hombros hacia abajo hasta la posición normal. Realizarlos de 2 a 5 veces.
- Levantar las cejas y abrir bien los ojos. Mantener la cabeza abajo y el cuello relajado, 5 segundos. Realizar de 2 a 5 veces.
- Entrelazar los dedos, girar las palmas por encima de la cabeza, a la vez que estiras los brazos. Alargar tus brazos a medida que se sienta el estiramiento en los brazos y los laterales superiores del tórax de 10 a 15 seg por cinco repeticiones.
- Sacudir los brazos y manos a los lados del cuerpo durante 10 a 12 seg. Mantén la mandíbula relajada y dejar que los hombros vayan colgando a medida que se relaja.
- Sentado o de pie dejar que los brazos cuelguen. Girar la cabeza a un lado y luego al otro, lentamente por 5 seg en cada lado.
- Con los dedos entrelazados detrás de la cabeza, mantener los codos estirados hacia el exterior con la parte superior del cuerpo erguida.
- Empujar los omoplatos uno contra el otro, estirando la espalda. Aguantar la contracción 5 seg y luego relajar.
- Sentado o de pie dejar que los brazos cuelguen a los lados. Inclinar la cabeza lateralmente, hacia un lado y después al otro. Hombros relajados y caídos durante el estiramiento, hacerlo por 5 seg en cada lado.
- Con la mano derecha, jalar con suavidad del brazo izquierdo hacia abajo, cruzándolo por detrás de la espalda. Inclinar la cabeza lateralmente hacia el hombro derecho por 10 seg. Repetir con el otro lado.
- Agarrar el codo derecho con la mano izquierda. Jalar con suavidad del

codo hacia detrás de la cabeza hasta sentir una cómoda tensión de estiramiento en el hombro o zona posterior del brazo (tríceps) por 10 seg. Hacerlo con ambos lados.

EJERCICIO DE KEGEL

Se recomienda realizar el ejercicio de Kegel, tanto a los hombres como a las mujeres que experimentan algún grado de pérdida urinaria. Estos ejercicios están diseñados para fortalecer los músculos alrededor de la vejiga y la abertura de la vejiga. Al realizar estos ejercicios el paciente podrá reducir los síntomas. Es importante que el paciente realice los ejercicios de manera correcta para obtener el mayor beneficio posible.

Cómo ubicar los músculos de la pelvis

El paciente tensiona los músculos del recto, como si evitara que se escape una flatulencia o soportando el deseo de evacuar el intestino. No tensionar los músculos de las piernas, los glúteos o el abdomen, y que no retenga la respiración. También puede imaginarse que interrumpe el flujo de orina. Cuando los hombres tensionan estos músculos, el pene se mueve hacia arriba y hacia abajo.

Si los pacientes no están seguros de utilizar los músculos correctos o si los síntomas no se reducen, habrá que consultar al médico, enfermero o terapeuta para que le ayuden a identificar los músculos.

Cómo hacer los ejercicios de Kegel

El mejor momento para hacer el ejercicio es después de haber vaciado la vejiga. Que el paciente tensione los músculos durante 3 a 5 seg. A medida que los músculos se fortalecen, el paciente debería poder tensionarlos durante 10 seg o más. Se relajan los músculos durante 3 a 5 seg o durante el mismo tiempo que se mantuvieron tensionados. Se respira de manera normal. Se hacen entre 5 y 7 ejercicios cada vez, tres veces por día. Con incremento de la cantidad hasta llegar a 15 ejercicios cada vez, tres veces por día.

Cuándo ejercitar los músculos

Los ejercicios de Kegel pueden realizarse en cualquier lugar o en cualquier momento: sentado, acostado o parado. Las personas que se encuentran

alrededor del paciente ni siquiera notarán que se está ejercitando. Tan sólo debe adquirir la rutina para acordarse de hacer los ejercicios todos los días. Realizarlos cuando se sufre de incontinencia. Por ejemplo, si siente una pérdida de orina de camino al baño, detenerse y ejercitar los músculos de la pelvis, hasta que la pérdida se detenga, después continuar hacia el baño. En caso de pérdidas de orina mientras tose, tensionar los músculos con rapidez al toser.

Cosas que debe recordar

Sólo se tienen que tensionar los músculos de la pelvis. No deben contraerse los músculos de las piernas, los glúteos o el abdomen. Se respira con normalidad durante el ejercicio. El fortalecimiento de los músculos por medio de los ejercicios requiere tiempo. Deberá notar menor pérdidas después de 4 a 6 semanas de ejercicios regulares diarios y una diferencia aún mayor después de tres meses. Si no se nota mejoría alguna, es posible que no ejercite los músculos correctos. Por tanto, el paciente debe consultar de manera regular al profesional de la salud que lo atiende para recibir asesoramiento.

ENTRENAMIENTO AERÓBICO

El ejercicio aeróbico adecuado debe tener un programa de bajo impacto, como caminar, andar en bicicleta, ejercicio aeróbico en agua a temperatura agradable de 30 º o natación. Esta actividad tiene muy bajo riesgo de inducir traumatismos o lesiones musculares o articulares.

La práctica de ejercicio en un grupo homogéneo, es decir, que no sólo sufra la misma enfermedad, sino que tenga grados de afectación similares, permite mejorar el cumplimiento al minimizar la monotonía. La aplicación de calor previo, o algún analgésico, puede favorecer las fases iniciales del inicio de actividad.

Factores básicos para un programa de ejercicios aeróbicos

Frecuencia: en general se recomienda iniciar el programa con ejercicio tres veces por semana en días no consecutivos, pero si su afectación es muy importante puede ser necesario iniciar un programa diario de aún menor intensidad y duración. Cuando aumente la duración de cada sesión

podrá disminuir la frecuencia.

Duración: la mayoría de enfermos admiten un ejercicio entre 15 y 40 min que sitúe su frecuencia cardíaca en la "zona de entrenamiento". Es muy habitual marcar un objetivo de 20 a 30 min. Esta duración permite el máximo beneficio cardiovascular sin aumentar el dolor o la fatiga.

Intensidad: el ejercicio máximo debe establecerse en la zona comprendida entre 60 y 80% de la frecuencia cardíaca máxima (FCM) y debe monitorizarse durante el ejercicio.

Cómo medir y determinar la frecuencia cardiaca

Colocar el dedo índice y medio sobre los músculos que bajan por el cuello, se deberá sentir el latir de la arteria carótida en la punta de los dedos, cuando se haya encontrado el pulso, comenzar a contar, 0 para el primer latido, después 1, 2, 3, y así hasta que pasen 15 seg. Una vez seguro del conteo, multiplicar por 4 para obtener las pulsaciones por minuto. Otra forma, es tomarlo a nivel de la muñeca, en la llamada arteria Radial. Deben colocarse los dedos índice y medio en la muñeca, en la base del dedo pulgar y presionar levemente, haciendo el mismo cálculo anterior, aunque en esta localización es mucho más fiable completar el minuto completo. También se puede considerar la siguiente fórmula:

Cálculo de la Frecuencia Cardiaca Máxima
(Esta cifra es una constante que se emplea) 220 – edad (en años) =
Frecuencia cardiaca máxima (FCM) (en latidos por minuto)
FCM x 0.60 (porcentaje) = Frecuencia cardiaca de entrenamiento al 60%
FCM x 0.80 (porcentaje) = Frecuencia cardiaca de entrenamiento al 80%

ESCALA DE INTENSIDAD DE PERCEPCIÓN DE ESFUERZO

Es una valoración subjetiva adicional que junto con la frecuencia cardiaca ayuda a valorar la intensidad del ejercicio, en base a la siguiente escala, de Borg:

- 6 a 7: en extremo ligeros.
- 8 a 9: muy ligero.
- 10 a 11: bastante ligero.
- 12 a 13: un poco fuerte.

- 14 a 15: fuerte.
- 16 a 17: muy fuerte.
- 18 a 19 En extremo fuertes.

Se puede consultar otra clasificación de intensidad del ejercicio, relativa y absoluta del ejercicio de resistencia cardiorespiratoria: la tabla adaptada de American College of Sports y de US Departament of Health and Human Services, hace referencia a intensidad relativa, intensidad (%VO_2 máximo) relativa a capacidad máxima de ejercicio en METs, intensidad absoluta e intensidad absoluta por edad (MET).

EJERCICIO AERÓBICO Y ANAERÓBICO

La actividad física, manifestada como ejercicio, en apariencia es sencilla de entender, sin embargo, se debe contar con una base conceptual para entenderla y poder clasificarla.

El sistema mioarticular desde su formación *in útero*, en el hombre y como en todos los vertebrados, es quien efectúa el movimiento, se manifiesta por medio de la contracción del músculo esquelético, que permite realizar, además de los movimientos, ser el efector de las posturas de la vida diaria, laboral y de la actividad físico-deportiva.

El músculo esquelético es el tejido que mayor valor tiene en relación con el peso corporal, y es casi 40% del total de éste, lo que habla de una actividad metabólica que debe tenerse en consideración; la característica principal es la de transformar la energía química en energía mecánica.

Los músculos requieren de energía para su función, proporcionada por el ATP, sus fuentes de obtención son mediante dos procesos: aeróbicos y anaeróbicos, cada proceso requiere diferentes vías energéticas y aportan diferente cantidad de energía. Por otra parte, la actividad físico-deportiva, agrupa variedades de movimientos que se desarrollan con diversos motivos: aprendizaje, acondicionamiento físico, preservación de la salud o de carácter competitivo.

La variedad de ejercicios ha motivado clasificarlos en diferentes grupos afines, existen diferentes clasificaciones propuestas (V.C. Farbell 1960, Ganvelsman-Smirnov 1970, A.G. Dembo 1982, entre otros). Aquí se tratarán los criterios más actuales planteados por A.M. Kotz en 1986.

CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS

EJERCICIOS FÍSICOS

Se clasifica en cuatro criterios:

Volumen de la masa muscular que participa. Se clasifican en locales, cuando participa menos de 33% de la masa muscular; regionales, en los cuales participa de 33% a un medio de la masa muscular y globales, cuando participa menos 50% de la masa muscular. Las dos últimas modalidades implican un mayor trabajo cardiovascular y respiratorio.

Tipo de contracción muscular que predomina. Dinámicas, cuando se trata sobre todo de ejercicios que incluyen contracciones excéntricas, y estáticas, cuando se basa principalmente en contracciones isométricas.

Fuerza y potencia de la contracción muscular. Estos ejercicios presentan diferentes relaciones entre la aplicación de la fuerza, en función de la velocidad del movimiento y su duración. Se clasifican en: ejercicios de fuerza que se realizan en oposición a una gran resistencia al movimiento, los ejercicios de velocidad-fuerza se realizan con la aplicación de fuerza y alta velocidad de contracción y ejercicios de resistencia en los cuales se aplica poca fuerza y velocidad, pero se mantiene el movimiento incluso durante horas.

Los ejercicios deportivos se clasifican con base en las características de cada especialidad deportiva, los procesos fisiológicos que caracterizan cada una de estas formas de expresión del movimiento, pueden ser comunes para un grupo de ellas o tener cierta similitud, por tanto se toman en cuenta las siguientes características: variabilidad del movimiento, forma de valoración de los resultados deportivos y estructura del movimiento.

Potencia fisiológica relativa. En los deportes invariables, no se puede establecer una regularidad de los procesos adaptativos, existe combinación irregular de los ejercicios de fuerza, velocidad-fuerza y resistencia. En este apartado se incluyen los juegos deportivos y deportes de combate.

Los deportes invariables se caracterizan por no presentar acciones inesperadas, con patrones de movimientos fijos, agrupan a un mayor número de disciplinas deportivas y se dividen en dos grupos: deportes de valoración cuantitativa; aquéllos en los cuales el resultado deportivo se mide en unidades exactas de tiempo, distancia y peso. Los deportes de valoración cualitativa, el resultado se expresa por puntos y está sujeto a la apreciación cualitativa del movimiento, como es en gimnasia, clavado, nado sincronizado, entre otros.

Con base en la estructura del movimiento se dividen en cíclicos, en los

cuales los ciclos de movimiento se repiten en cadena, a este grupo pertenecen la carrera, el ciclismo, el remo y la marcha. El grupo de los acíclicos comprende deportes en los cuales varía el carácter de la ejecución del movimiento y no se repiten las diferentes fases del mismo, en este grupo se encuentran, los levantamientos, saltos y lanzamientos.

La potencia fisiológica relativa, en el ámbito médico, es el más empleado, sobre todo porque esta división se hace en relación con la participación de los diferentes sistemas energéticos: aeróbicos y anaeróbicos, que se describen a continuación:

Los ejercicios anaeróbicos, tienen tres potencias: 1) Potencia máxima. 2) Potencia cercana a la máxima. 3) Potencia submáxima. Los ejercicios aeróbicos se dividen en cinco potencias: 1) Potencia máxima. 2) Potencia cercana a la máxima. 3) Potencia aerobia submáxima. 4) Potencia aerobia media. 5) Potencia aerobia menor.

La clasificación anterior considera la forma en que participan los diferentes sustratos energéticos iniciada por ATP y fosfocreatina, glucógeno, glucosa sanguínea y lípidos. Las proteínas tienen una menor participación como sustratos energéticos, y cuando realizan, no aportan más de 10% de la tasa energética necesaria. En el trabajo con deportistas, se trata de llegar a trabajar la potencia específica a la especialidad deportiva, pero siempre se tiene como base los ejercicios aeróbicos.

En el trabajo con pacientes sedentarios, el ejercicio por lo general se basa en ejercicios de intensidades submáximas (65 a 90% de la frecuencia cardíaca máxima o 50 a 85% del VO_2 máximo), siendo de carácter regional o global, dinámicos y de resistencia, lo que asegura un trabajo aeróbico que beneficia al organismo, lo conduce hacia una mayor eficiencia metabólica.

EJERCICIOS DE RESISTENCIA PROGRESIVA

Se llaman ejercicios de resistencia progresiva (ERP) en los cuales el músculo o músculos necesitan vencer una resistencia máxima para realizar un movimiento. Una resistencia que de manera progresiva va en aumento, a medida que mejora la fuerza muscular.

Principios fisiológicos: los ejercicios de resistencia progresiva se realizan en las áreas de asociación parietooccipital 19, 4, 4s, 6 y partes diencefálicas subcorticales. Los ejercicios de resistencia son cualquier forma de ejercicios activos, cuya contracción muscular dinámica o estática

se resiste a una fuerza externa, que puede ser aplicada de manera manual o mecánica.

Ejercicios de resistencia manual: es un tipo de ejercicio activo, en el cual la resistencia se da por el terapista u otro profesional de la salud. Aunque la cantidad de resistencia no puede ser medida de manera cuantitativa sí se puede aumentar de forma progresiva el tiempo de resistencia. Son utilizados a menudo en regímenes de ejercicio de resistencia específica. También se emplean cuando la medida de la resistencia es mayor a la que el terapista puede aplicar de manera manual y que son necesarias.

En los ERP se produce la contracción isotónica, pero también la isométrica, debido a que el retorno del movimiento requiere una atención gradual decreciente, debido al peso.

Cuando la carga es muy ligera quizá no se produzca irradiación motora, pero si la carga es muy pesada se producirá sólo la contracción isométrica, la cual aumenta la capacidad de trabajo, pero produce una gran tensión en los tejidos de soporte de la articulación.

Tipos de ejercicios de resistencia

Isotónicos. Es una forma dinámica de ejercicios, los cuales son llevados a cabo contra una constante o carga variable, así como un músculo se alarga o se acorta por medio de los rangos disponibles de movilidad. La fuerza dinámica, resistencia muscular y el poder pueden ser desarrollados con ejercicios isotónicos.

Isométricos. Son ejercicios estáticos que se producen cuando un músculo se contrae, mientras haya un cambio apreciable en la fuerza del músculo, existe un movimiento articular visible. Aunque no hay trabajo físico (fuerza por distancia), una gran medida de tensión y fuerza da un rendimiento que es producido por el músculo.

Un músculo puede generar gran tensión con una contracción isométrica máxima más que con una contracción concéntrica máxima, pero no como muchas contracciones excéntricas máximas.

La fuerza puede incrementarse si la contracción isométrica es sostenida contra la resistencia. Ésta ha mostrado contracción isométrica que puede retenerse contra resistencia por menos de 6 seg. Lo cual permite que el punto máximo de tensión pueda desarrollar cambios metabólicos que comienza a presentarse en el músculo.

Los ejercicios de resistencia (ER) isométricos no pueden fortalecer al

músculo de manera eficaz como los ejercicios dinámicos.

Durante el entrenamiento isométrico es suficiente emplear una carga (resistencia) de 60 a 80% de la capacidad del desarrollo de la fuerza muscular ordenada para ganar fuerza. Al no haber movimiento articular la fuerza se desarrolla sólo en la posición en la cual la articulación permite desarrollar los ejercicios. Al aumentar el rango de movilidad en forma gradual, se aplica la resistencia según el avance. La fuerza del músculo al mismo tiempo de la contracción afecta de manera directa la medida de la tensión, la cual puede ser producida en un punto específico del rango de movilidad, por tanto la cantidad de resistencia contraria, en la cual el paciente podría entrenarse, varía en los diferentes puntos del rango. La resistencia podría aplicarse de manera manual o mecánica al tener al paciente con una resistencia sosteniendo una carga pesada, o empujar contra un objeto inmóvil. El establecimiento de ejercicios musculares es también una forma de ejercicios isométricos, pero no son desarrollados contra alguna resistencia apreciable.

Ejercicios isométricos de arco corto

En este tipo de ejercicios se emplean los músculos antagonistas como resistencia, requieren de poco tiempo y son eficaces para aumentar la fuerza isométrica aunque no es aconsejable basarse en este tipo de ejercicio.

Factores variables que afectan el trabajo total

Número de contracciones por sesión. Debe ser compatible con el ritmo de trabajo normal del paciente y por lo general se fija en diez contracciones.

Número de sesiones por periodo de tratamiento. De Lorme y Watkins llegaron a la conclusión de que es más satisfactoria 1 o 2 sesiones de 10 contracciones, debido a que produce mayor hipertrofia con más rapidez.

Duración del descanso entre sesiones. Las pausas cortas quizá reducen el número de sesiones, por tanto, el factor importante es la fuerza desarrollada, es decir, la cantidad de trabajo hecho en la unidad de tiempo.

Frecuencia del tratamiento. El término medio es el mejor, se toma siempre en cuenta al paciente y su respuesta.

Frecuencia de las pruebas de carga. Al principio pueden ser muy frecuentes, pero cuando se acerca el límite de la capacidad deben de ser

menos frecuentes.

Se dice que los ejercicios de resistencia progresiva (ERP) realizados de manera sistemática y por un periodo suficientemente largo, aumentan la habilidad para el trabajo. Existe también un aumento en el tejido conectivo y muscular, fosfocreatinina (CPK) y glucógeno. Las técnicas para ERP son ejecutadas con una resistencia progresiva mayor que tienen que vencer la contracción muscular. Se utilizan pesas con las cuales se valora de manera perfecta la carga impuesta.

El músculo débil no vence el peso del segmento, por lo cual el ejercicio se realiza al neutralizar parte del peso del segmento por medio de un contrapeso, que no deberá nunca igualar o exceder el peso del segmento. La resistencia en los músculos fuertes es el peso del segmento más la pesa agregada, mientras que en los músculos débiles es el peso del segmento más la pesa agregada, el peso agregado menos el contrapeso.

EJERCICIOS RESPIRATORIOS

El paciente debe estar sentado en una silla, inclinado ligeramente hacia delante, contraer la parte posterior de la cabeza, cuello, hombros y brazos, estos últimos se mueven hacia atrás, luego debe relajarse dejando caer hacia delante cabeza y los brazos.

Acostado y relajado por completo, expulsar con lentitud el aire del tórax, contraer los músculos abdominales y deprimir el abdomen, luego relajar los abdominales e inspirar a través de la nariz.

Acostado boca arriba con rodillas flexionadas, el paciente coloca una mano sobre su abdomen, se le pide que expulse el aire de los pulmones con lentitud, al mismo tiempo se le pide que contraiga los músculos abdominales “sumiendo el vientre” y seguir el movimiento del mismo por la mano, inspirar por la nariz inflando el abdomen.

Recostado boca arriba, con las rodillas flexionadas, la cabeza y los hombros que descansan en un cojín, colocar las manos en la parte lateral de las costillas, expulsar el aire con lentitud, al finalizar apretar rápido con las manos el tórax, para ayudar a completar el vaciamiento del aire, luego inspira por la nariz, empujando las costillas inferiores contra la resistencia de las manos, permitiendo la expansión del tórax.

El paciente acostado, con las rodillas flexionadas y las manos entrelazadas por detrás de la nuca, se sienta colocando el codo derecho sobre la rodilla izquierda, mientras se expulsa lentamente el aire de los pulmones, regresa a la posición inicial mientras inspira, debe repetir el

ejercicio, pero colocando el codo izquierdo sobre la rodilla derecha. Sentado sobre una superficie firme con las piernas extendidas y los pies juntos, el paciente se apoya en las manos sin doblar las rodillas, levanta ambos pies a la altura del pecho, mientras expulsa el aire de los pulmones, regresa a la posición inicial mientras toma el aire por la nariz.

EJERCICIOS DE BUERGER ALLEN

Los ejercicios de Buerger Allen se realizan en la enfermedad vascular periférica. La cual no es una enfermedad, es una expresión descriptiva que se utiliza para designar un deterioro temporal o permanente de la circulación en las extremidades. En fecha reciente se utilizó la expresión para abarcar las enfermedades de todos los vasos distales al corazón. Como resultado de esta definición ampliada con frecuencia se excluyeron los trastornos de los vasos linfáticos. Los trastornos de la circulación periférica se pueden agrupar en cuatro categorías principales:

1. Obstrucción arterial orgánica. Aguda: embolia aguda, trombosis aguda y traumatismo agudo. Crónico: arteriosclerosis obliterante, tromboangeítis obliterante, enfermedad arterial traumática y diversos tipos de artritis crónica.
2. Trastornos arteriales funcionales: caracterizados por espasmo de los vasos sanguíneos: síndrome de Raynaud, espasmo arterial traumático, hiperreactividad al frío.
3. Combinación de ambos: tromboangeítis obliterante, síndrome de Raynaud, congelamiento, trastornos de la circulación venosa, venas varicosas, tromboflebitis y flebotrombosis.
4. Trastornos que combinan afecciones arteriales y venosas: tromboangeítis obliterante, trastornos del sistema linfático, linfangitis y linfedema.

Efecto del ejercicio sobre el flujo sanguíneo muscular

Buerger afirmó que la función de la circulación colateral consistía en establecer el flujo sanguíneo, entre un vaso ocluido y la continuación de este vaso por debajo del sitio de la oclusión. Intentó promover la formación de estas colaterales por una serie de ejercicios.

Secuencia del ejercicio

Posición inicial: pies elevados en un ángulo de 60 a 90° durante 30 a 180 seg (tiempo mínimo requerido para producir palidez).

Segunda posición: pies colgados sobre el borde de la camilla de 2 a 5 min (para producir hipertermia reactiva o rubor).

Tercera posición: piernas en posición horizontal durante 3 a 5 min.

Se realiza flexión plantar y dorsal en cada posición, repetir de 6 a 7 veces en cada sesión y varias veces durante el transcurso del día.

Los ejercicios musculares de Buerger Allen carecen de valor para promover la circulación colateral, pues no elevan el flujo sanguíneo local muscular. Sin embargo, no se duda de su valor clínico en la atención de las enfermedades vasculares periféricas. Se sugiere que el llenado y vaciado postural de venas como de arterias podría acrecentar la reactividad muscular, representa una forma de entrenamiento de un árbol vascular isquémico.

EJERCICIOS ISOCINÉTICOS

Hislop y Perrine declararon sobre los ejercicios isocinéticos, que al tener en cuenta la reducción del crecimiento muscular a los parámetros físicos representados por la fuerza, el trabajo, la potencia y la resistencia, se debe determinar la especialidad alcanzable, mediante un sistema de ejercicios destinados a controlar cada necesidad de entrenamiento. Así se establece el primer enfoque nuevo para la “contracción muscular”, aplicado desde la Primera Guerra Mundial, como un paso más allá de la tradicional contracción, la cual es habitual en el trabajo diario. La contracción isocinética es el control de la velocidad de rendimiento muscular bajo una carga constante. Si bien, puede lograrse de manera parcial bajo el agua o al emplear resortes, con el objeto de satisfacer los difíciles requerimientos que implicaba una tensión uniforme continua, a lo largo de toda la gama de movimiento de la mayor parte de las articulaciones corporales.

El ejercicio isocinético, es la forma más moderna del ejercicio contra resistencia, desarrollada por James Perine en 1960 (cuadro 15–1), basada en su teoría de proporcionar ejercicio a una velocidad dinámica con una resistencia que se acomode a la amplitud del movimiento total. Los dispositivos empleados para proporcionar resistencia isocinética, son cada vez más sofisticados. Están designados para proporcionar una palanca que pueda moverse a una velocidad preestablecida. La velocidad permanece constante, pero la resistencia varía igual que la fuerza aplicada por la palanca, por tanto, la resistencia se acomoda.

Cuadro 15–1. Cronología de la isocinesia	
1967	James Perrine desarrolla el concepto de ejercicio isocinético. Solicita patente de un dispositivo isocinético
1969	Se otorga la patente a James Perrine
1970	Moffroid *et al*. establecen la seguridad y validez del equipo (0 a 120º/seg)
1973	Lumex produce Othotron I® y Kinetron I®
1974	Cybex II® se produce con velocidades de 0 a 300°/seg
1979	Se desarrolla el UBE
1980	Cybex® 330 - 340 - 350
1982	Se fabrican numerosos equipos isocinéticos por otras compañías
1990	Cybex 6000®
1991	Cybex KT - 1000®
1995	Cybex - NORM® y accesorios para columna y medicina laboral

Esta teoría parte de los ejercicios isométricos e isotónicos, porque los músculos pueden sobrecargarse y las velocidades del ejercicio sólo se aproximan a las velocidades de las extremidades durante las actividades funcionales.

Es una modalidad del ejercicio en el cual se mantiene una velocidad prefijada y la resistencia por completo de adapta al individuo por medio de todo el arco de movimiento, es decir, la resistencia varía según sea aplicada en cada punto del arco de movimiento.

La modalidad isocinética es el ejercicio realizado en una proporción constante, el equipo sólo permite movimiento a una velocidad angular prefijada y acomoda la fuerza que se ejerce mediante la resistencia. El músculo realiza una tensión máxima a lo largo de todo el rango de movimiento, debido a que es mejor para el aumento en la fuerza, así se evita el problema de especificidad del ángulo encontrado en los ejercicios isométricos.

El mayor punto de controversia con los ejercicios isocinéticos está en la importancia de la proporción en que la carga se mueve debido a que las proporciones altas parecerían ser mejores que las proporciones bajas. La relación fuerza-velocidad demuestra que desde el punto de vista fisiológico, sirve para estimular el desarrollo de la fuerza respecto al número máximo de fibras, por tanto, el control de las repeticiones y el tiempo son importantes para determinar el protocolo de entrenamiento.

El ejercicio puede necesitar que se haga en proporciones variables o en una proporción intermedia para mejores ganancias en relación con la velocidad.

Generalidades del ejercicio isocinético

Es una forma de ejercicio dinámico, en el cual la velocidad del músculo acortado o alargado se controla al igual que los límites de movimiento de una parte del cuerpo, presenta características como:

- El paciente al ser motivado realiza la tensión máxima del músculo a lo largo del rango de movimiento.
- La velocidad del movimiento permanecerá constante, a diferencia de la resistencia, la cual puede variar.
- Se presupone que este tipo de ejercicio fortalece con mayor eficacia que los isotónicos como ejercicios de resistencia.

Régimen de ejercicios isocinéticos

Los programas de ejercicio isocinético desarrollan fuerza, debido a que involucran velocidades lentas, medianas o rápidas. En un programa de entrenamiento con un mínimo de tres velocidades, el rango de ejercicio común podría incluir alrededor de 60, 120 a 180° por segundo. Se sugiere que los efectos de entrenamiento sólo lleven más de 15° por segundo de la velocidad de entrenamiento.

En las fases tempranas de un programa, es útil empezar con el submáximo de ejercicio al intermedio y a velocidades lentas para que el paciente logre una adaptación al equipo isocinético, y al mismo tiempo proteger al músculo.

Al progresar el paciente y realizar el ejercicio con esfuerzos máximos, se interponen velocidades, debido a que al empezar a ejercer el esfuerzo máximo por parte del paciente se deben de eliminar las velocidades lentas y mantener velocidades rápidas, para poder preparar al paciente para diferentes actividades como caminar y correr. Es importante seleccionar un entrenamiento con velocidades similares a las de los movimientos que realizan durante alguna actividad específica.

Conceptos básicos

Objetivo. Conocer las características de los ejercicios isocinéticos, sus ventajas y desventajas. Indicaciones y contraindicaciones.

- Ejercicio isométrico (misma medida).
- Ejercicio estático con contracción muscular, pero sin movimiento de la carga, esto provoca mantener invariable la longitud total del músculo.
- Velocidad constante (0°/seg) sin movimiento.
- Resistencia constante.

Ejercicio isotónico (mismo tono). Ejercicio dinámico con una carga constante, pero sin una velocidad de movimiento controlada. El término es engañoso, pues sugiere que el músculo ejerce una tensión constante a lo largo de todo el movimiento, circunstancia que no es real. Su velocidad es variable (cerca de 60°/seg) y tiene resistencia constante.

Ejercicio isocinético (mismo movimiento). Ejercicio con movimiento controlado a través de un recorrido articular, con una velocidad angular constante (número de grados por segundo), pero con una carga y una fuerza desarrollada que puede ser variable. Su velocidad es constante (1 a 300º/seg, velocidad de movimiento) y tiene resistencia acomodada.

Ejercicios concéntricos. Requiere de un acortamiento muscular, en donde se aproxima el origen del músculo y la inserción. Las fibras del músculo, por tanto, se acortan con una contracción.

Ejercicios excéntricos. Requieren un alargamiento del músculo, en donde su origen e inserción se separan. Las fibras del músculo se alargan con una contracción.

Velocidad de los ejercicios isocinéticos

El ejercicio isocinético se realiza a una velocidad fija con una resistencia variable, la cual se acomoda por completo al paciente a lo largo del rango de movimiento (RM). Por tanto, la velocidad es constante y preseleccionada, mientras que la resistencia varía hasta compensar la fuerza aplicada en cada punto del RM. Este acomodamiento permite una carga máxima de movimiento a lo largo de todo el RM. Al controlar la velocidad del ejercicio se puede alcanzar la máxima resistencia en todo el RM.

Durante el movimiento isocinético, la resistencia es igual a la capacidad muscular y por tanto, la carga muscular es máxima en los puntos donde la ventaja mecánica es máxima. El aumento de la fuerza de contracción

muscular provoca un alza de la resistencia, en lugar de un incremento de la velocidad de movimiento, como sucede en el ejercicio isotónico. Las principales ventajas prácticas que se derivan de este principio biomecánico son la posibilidad de medir la fuerza muscular máxima, generada durante todo el movimiento articular, y que el riesgo de provocar lesiones durante la rehabilitación es mínimo, debido a que la resistencia depende de la fuerza muscular aplicada.

Consideraciones sobre la selección de pacientes

Se ha difundido y recomendado mucho el empleo de ejercicios isotónicos como parte del programa de rehabilitación, después de una lesión musculoesquelética.

La introducción del paciente a un protocolo determinado de tratamiento se recomienda cuando no exista dolor y la movilidad sea aceptable, por tal motivo se debe conocer el estado en el cual se encuentra el paciente, se realiza su valoración clínica, de conocer el tipo de lesión o manejo quirúrgico. La comprensión de la mecánica de la lesión, por lo general, proporciona las indicaciones y contraindicaciones, útiles para el diseño del programa de ejercicios. Se debe determinar cuáles son las estructuras dañadas y su importancia mediante su exploración física subjetivo y objetivo. El tiempo transcurrido desde que se produjo la lesión o la intervención quirúrgica afectará el programa, debido a los tiempos de cicatrización de los tejidos blandos.

Indicaciones:

- Acondicionamiento cardiovascular.
- Fracturas.
- Menisectomía.
- Artroscopía.
- Esguinces de tobillo.
- Reconstrucción de ICA.
- Patelofemoral.
- Artroplastía de rodilla.
- Tendinitis de hombro y brazo.
- Subluxación crónica de húmero.
- Reparación acromioclavicular.
- Reparación quirúrgica o reconstrucción de hombro.
- Reconstrucción de codo.

- Rehabilitación de espalda.
- Posmastectomía.
- Pacientes quemados.
- Osteoporosis
- Paraplejía (fortalecer tórax).
- Pacientes amputados pre y postortésico.
- Capsulitis adhesiva o bursitis.
- Fortalecimiento específico a deportistas.
- Artroplastía de cadera.

Contraindicaciones:
- Relativas:
  - Dolor.
  - Arco Limitado (con limitación a lasvelocidades bajas).
  - Sinovitis.
  - Lesiones agudas.
  - Derrame severo.
  - Articulación inestable (como en lesión de ligamento cruzado).
- Absolutas:
  - Lesión de tejidos blandos.
  - Hipertensión arterial mal controlada.
  - Factores de riesgo.
  - Dolor severo.
  - Arco de movimiento muy limitado.

Ventajas:
- Concentración máxima en todo el recorrido articular a velocidades específicas.
- Soporte informático, el cual permite valoración objetiva y precisa, así como retroalimentación en el entrenamiento.
- Alta validez interna.
- Posibilidad de adaptarse a arco de movimiento no doloroso.
- Resistencia dependiente del esfuerzo.
- Bajo riesgo de lesiones.
- Mínimo dolor muscular después del ejercicio (concéntrico).
- No requiere cambio de peso.
- Menor tiempo de ejercicio total para un mismo grupo muscular.
- Adaptación rápida a otros pacientes.

- Bien aceptado por el paciente.

Desventajas:
- Costo elevado.
- Puede ser difícil que el paciente realice un esfuerzo máximo. La valoración depende de la motivación del paciente.
- Baja validez externa.
- Movimiento no fisiológico. No suele reproducir movimientos reales.
- No alcanza velocidades reales de ejecución de algunos gustos deportivos.
- Requiere personal entrenado para realizar valoraciones precisas.
- Necesita aprendizaje por parte del paciente.
- No es posible utilizarlo para un programa de ejercicios domiciliario.
- Es difícil y requiere mucho tiempo para adaptarlo a algunas articulaciones.
- Sobrecarga cardiovascular (aumento de tensión arterial y frecuencia cardiaca).

Protocolo de entrenamiento en ergómetros isocinéticos

Los ergómetros isocinéticos permiten realizar ejercicios bilaterales de manera simultánea, lo mismo que una actividad alterna de grupos musculares agonistas y antagonistas. En estos equipos se realiza la actividad multiarticular y constituyen ejercicios de cadena cerrada.

Los equipos se gradúan a diferentes velocidades: 30, 60, 90, 120 y 150 revoluciones por minuto (RPM) para el Fitron (sistema hidráulico de grado industrial para proporcionar la resistencia de entrenamiento isocinético y son en su totalidad ajustables para la comodidad del paciente) y 30, 60, 90 y 120 para la UBE (del inglés, *Upper Body Ergometer*), donde una revolución por minuto equivale a una velocidad angular de 6º por segundo. El torque obtenido se mide en kilogramos. La utilidad clínica de los ergómetros isocinéticos puede ser:

- Movimientos pasivos continuos (facilitan la nutrición del cartílago articular).
- Estimulan mecanorreceptores articulares.
- Facilitan la lubricación del líquido sinovial articular.
- Ejercicio autopasivo para aumentar el arco de movimiento.

- Prevenir la formación de adherencias en los músculos y tejido conectivo.
- Pedaleo con una pierna.
- Potenciación muscular a velocidades inferiores.
- Resistencia muscular de la extremidad inferior.
- Resistencia cardiovascular mediante entrenamiento a intervalos.
- Mejora o aumenta movilidad de miembros torácicos.
- Incrementa velocidad.
- Mejora postura.
- Es bidireccional.

Control de la respuesta del paciente

Se controla la respuesta del paciente mediante dos métodos: la fórmula simplificada de Carbonen para establecer el máximo ritmo cardiaco.

Máximo ritmo cardiaco = 200 - edad en años.
Realizar el ejercicio entre 65 y 80% del máximo ritmo cardiaco.

Y se utiliza la escala de Borg. No hay un número determinado de sesiones para pasar al siguiente nivel.

Fitron

El Fitron con frecuencia se emplea sólo para pedalear. En la actualidad se aplica en diferentes usos clínicos.

Programas en el Fitron

Los programas de pedaleo consisten en un plan de entrenamiento en intervalos donde se realizan los ejercicios a una intensidad alta, después hay una fase de recuperación y este procedimiento es el que se sigue durante el entrenamiento (cuadro 15–2).

Cuadro 15–2. Programas prediseñados de entrenamiento al emplear el fitron

Programa básico		Programa intermedio		Programa avanzado	
kpm	**tiempo**	**kpm**	**tiempo**	**kpm**	**tiempo**
600	3 min	900	3 min	1 000	3 min
900	2 min	1 200	2 min	1 500	2 min
750	1 min	1 000	1 min	1 200	1 min

1 200	1 min	1 500	1 min	1 800	1 min
750	2 min	1 000	2 min	1 200	2 min
1 500	30 seg	1 800	30 seg	1 400	30 seg
900	1 min	1 200	1 min	1 200	2 min
				2 400	1 min
				1 200	2 min
				2 400	1 min
				1 200	2 min
				2 700	30 seg
				1 200	2 min
				2 700	30 seg

Los pacientes comienzan con ejercicio de preparación (calentamiento) durante 5 min, mantienen el pedaleo uniforme. Estos ejercicios se realizan a una velocidad determinada, asignada al paciente en el programa, ya sea a 90, 105, 120 rpm. A continuación el paciente sigue el programa de entrenamiento a intervalos de 10 min. En el Fitron que a continuación se señala, al término del programa, el paciente realiza un periodo de recuperación durante 5 min a 150 rpm.

Hay tres niveles de programas (básico, intermedio y avanzado) y tres intensidades de subprogramas en cada nivel 90, 105 y 120 rpm. Por tanto, hay nueve etapas entre el programa básico y el avanzado. El ritmo de pedaleo se emplea de 90 a 120 rpm, porque se ha demostrado que son los más eficaces.

La progresión del paciente a lo largo del programa en el Fitron se observa en el cuadro 15–3. El paciente siempre realiza una recuperación de 5 min a 150 rpm (ritmo fácil) luego de completar el programa de entrenamiento. La duración de los ejercicios en el Fitron a menudo puede aumentarse en vez de incrementar la velocidad o llegar a un nivel de intensidad mayor.

Cuadro 15–3. Programas fitron

Etapa	Velocidad rpm	Duración minutos	Programa
1	90	10	B
2	105	10	B
3	120	10	B

4	90	10	I
5	105	10	I
6	120	10	I
7	90	20	A
8	105	20	A
9	120	20	A

Rpm: revoluciones por minuto; B: básico; I: intermedio; A: avanzado.

Ajustes al programa

Los siguientes puntos de pueden ajustar en el programa del equipo (aumentar o disminuir) dependiendo las necesidades y el nivel físico de cada paciente: tiempo, resistencia, nivel superior, potencia, velocidad, torque, volumen muscular.

Prescripción del ejercicio isocinético ergómetro isocinético para miembro superior

El ciclo ergómetro isocinético es único en la industria de equipamiento para acondicionamiento físico. El amplio rango de velocidades, rango de trabajo y arco de movimiento, combinados con la resistencia de acomodamiento isocinético a velocidad fija hacen del ergómetro isocinético, para miembro superior (UBE), un equipo ideal para utilizar. Para su empleo se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Altura del asiento, ésta puede ser ajustada y para ello debe alinearse a la altura de los hombros y la manivela, para levantar o bajar el asiento, se afloja el botón que se encuentra por abajo del asiento. El soporte tiene marcas, las cuales permiten duplicar la altura en futuras sesiones. La altura del asiento permite variar el arco de movimiento del hombro.
- Ajuste en la distancia del asiento, el mover el asiento hacia adelante o atrás permite una posición confortable. Para mover el asiento se eleva un poco, esto desacopla el mecanismo localizado por debajo de la base del asiento y permite deslizarlo con libertad. La base está marcada en pulgadas, para facilitar la posición en futuras sesiones. El desplazamiento hacia adelante o hacia atrás hará variar el movimiento de los hombros y la rotación del torso durante el ejercicio.
- Ajuste de la manivela, para adaptar la altura del brazo en una posición

confortable que permita acortar o alargar el rango de movimiento de codo y hombro, se deben ajustar éstas, para ello se completa una revolución completa sin sobreestiramientos.

- Agarraderas, se caracterizan por ser confortables, durables y suaves, con ello se previene la presencia de ampollas o callosidades. Sus materiales permiten limpiarlo y desinfectarlo.
- Descansa pies, hay dos, localizados a cada lado del UBE. Para elegir el más confortable, dependerá de la altura del paciente, la comodidad y distancia del asiento.
- Control de velocidad, se encuentra al frente del panel accesible para su localización y cambiar las velocidades durante la tarea.
- El trabajo directo es visto en el medidor del UBE, la carga de trabajo se manifiesta en kilogramo-metro por minuto (kg/m/min). La carga de trabajo corresponde a 60 y 90 rpm sobre el botón de control.

Ergómetro isocinético para miembro inferior (Fitron)

El sistema Fitron está diseñado para proporcionar los beneficios de un ergómetro a los miembros pélvicos. Es ideal para reducir los factores de riesgo cardiaco mediante el fortalecimiento y acondicionamiento del corazón, además se constituye como una excelente alternativa en la cual se desea realizar un trabajo aeróbico, sin exponerse a ejercicios de alto impacto. Para su empleo se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Altura del asiento, su operación la permite un botón localizado debajo del asiento, su ajuste controla el arco de movimiento de cadera y rodilla dentro del trabajo que se requiera.
- Ajuste del manubrio, éste va dirigido para que la persona asuma una posición erguida o coloque el tronco de acuerdo a la posición seleccionada.
- Medidor analógico, es un medidor con codificación de color para cada velocidad, se muestra en kilográmetros por minuto (kgm/min) con velocidades controladas de 30, 60, 90, 120 y 150 rpm.
- Selector de velocidad, ubicado al frente para su fácil acceso, se pueden realizar los cambios sin interrumpir el ejercicio.
- Pedales y sujetador, colocados uno a cada lado, el ajuste del sujetador puede realizarse a la tensión deseada.

UBE (*Upper Body Ergometer*)

También consta de tres niveles de programa (básico, intermedio y avanzado). Hay tres intensidades de los subprogramas en cada nivel, dados por la velocidad que de igual manera que en el Fitron pueden fijarse en 90, 105 y 120 rpm, pero dadas las características de los grupos musculares y el grado de afección del paciente se pueden utilizar velocidades de 60, 75 y 90 rpm, donde alcanzar el torque predeterminado puede ser más fácil.

Cada sesión va precedida de un periodo de calentamiento de 5 min a alta velocidad, y concluye con un periodo de recuperación de 5 min a la misma velocidad (cuadro 15–4.) La progresión del paciente a lo largo del programa en la UBE se muestra en el cuadro 15–5. Las desventajas que tiene son las siguientes:

Cuadro 15–4. Protocolos de entrenamiento en *Upper Body Ergometer*

Programa básico		Programa intermedio		Programa avanzado	
kpm	**tiempo**	**kpm**	**tiempo**	**kpm**	**tiempo**
300	1 min	300	2 min	600	2 min
600	30 seg	600	1 min	1 200	1 min
300	30 seg	300	1 min	600	1 min
600	30 seg	600	1 min	1 200	2 min
300	1 min	300	1 min	600	1 min

Cuadro 15–5. Programa *Upper Body Ergometer*

Etapa	Velocidad rpm	Duración minutos	Programa
1	60 a 90	3	B
2	75 a 105	3	B
3	90 a 120	3	B
4	60 a 90	6	I
5	75 a 105	6	I
6	90 a 120	6	I
7	60 a 90	7	A
8	75 a 105	7	A
9	90 a 120	7	A

RPM: revoluciones por minuto; B: básico; I: intermedio; A: avanzado.

- El equipo es grande y de costo elevado.
- Puede ser difícil asegurar que el paciente no realiza un esfuerzo máximo. La valoración depende de la motivación del paciente.
- Baja validez externa.
- Requiere personal entrenado para realizar las valoraciones precisas.
- Precisa aprendizaje por parte del paciente. Debido a que los equipos no pueden utilizarse para un programa de ejercicio en casa.
- Revisar la sobrecarga cardiovascular para evitar contratiempos.

EJERCICIOS DE FRENKEL

Son una serie de ejercicios, cuya dificultad aumenta para mejorar el control propioceptivo en las extremidades inferiores, comienzan con movimientos simples sin gravedad y se progresa de manera gradual a patrones de movimientos más complicados al realizar movimientos simultáneos de cadera y rodilla en contra de la gravedad.

Los ejercicios de Frenkel tienen antecedentes tradicionales en el tratamiento de la ataxia locomotriz, la cual se debe a una pérdida de la propiocepción, pero también resultan útiles en la ataxia cerebelar. Sus principios son: concentración de la atención, precisión y repetición.

Comienzan desde 1 de 4 posiciones: recostado, sentado, parado o caminando. La enseñanza inicial se conduce con un movimiento y una ubicación “lentos y precisos”. Para evitar la fatiga, cada ejercicio se realiza no más de cuatro veces en cada sesión y cuando el paciente adquiere la capacidad de realizar cada ejercicio, se le indica que lo realice cada 3 o 4 h.

Técnica

Posición supina. Se debe apoyar la cabeza de modo que el paciente pueda ver sus piernas y pies.

1. Flexiona la cadera y la rodilla de una extremidad, desliza el talón en contacto con la cama. Luego vuelve a la posición original. Se repite con la extremidad opuesta.
2. El paciente se flexiona como en el ejercicio 1. Luego abduce la cadera flexionada. Vuelve a la posición de flexión y luego a la posición original.

3. Flexiona la cadera y la rodilla sólo hasta la mitad y luego regresa a la posición de extensión. Agrega abducción y aducción.
4. Flexiona cadera y rodilla, se pide al paciente que pare en cualquier punto, ya sea en flexión o extensión.
5. De manera simultánea se doblan ambas extremidades y de modo cualitativo, agregar aducción, abducción y extensión.
6. El paciente flexiona al mismo tiempo y de manera equitativa ambas extremidades inferiores hasta la mitad, agrega abducción y aducción hasta la posición de flexión media, extiende y detiene en el patrón indicado.
7. Flexiona una extremidad en la cadera y la rodilla, mantiene el talón unos centímetros por encima de la cama. Después vuelve a la posición original.
8. Flexiona como en el ejercicio 7. Reposa el talón en la rótula opuesta. Agregar de manera sucesiva.
9. Flexiona como en el ejercicio 7 y luego lleva de manera sucesiva el talón a la rótula, la espinilla, el tobillo y los dedos del pie. Se revierte el patrón.
10. El paciente flexiona como en el ejercicio 7 y luego ante la orden lleva el talón al punto indicado por el terapeuta.
11. Flexiona la cadera y la rodilla con el talón unos centímetros por encima de la cama. Coloca el talón sobre la rótula opuesta y deslizarla con lentitud por debajo de la cresta de la tibia al tobillo. Revertir.
12. Utilizar el patrón del ejercicio 11, pero se desliza el talón debajo de la cresta de la tibia opuesta, sobre el tobillo y los pies a los dedos. Si el talón ha de alcanzar los dedos, se debe flexionar levemente la rodilla opuesta durante este ejercicio. Si se le indica interrumpirá el patrón.
13. Con los maléolos y las rodillas juntas, flexiona de manera simultánea ambas extremidades inferiores con los talones unos centímetros por encima de la cama. Y vuelve a la posición original. Se le indica interrumpir el patrón.
14. El paciente realiza flexión y extensión recíprocas de las extremidades inferiores con los talones tocando la cama.
15. Realiza flexión y extensión recíprocas de las extremidades inferiores con los talones unos centímetros por encima de la cama.
16. El paciente realiza abducción, aducción y extensión bilateral simultánea, con los talones unos centímetros por encima de la cama.
17. Coloca el talón precisamente en donde lo indica el terapeuta, con el

dedo sobre la cama o en la extremidad opuesta.

18. Sigue con los dedos del pie el movimiento del dedo del terapista, en cualquier combinación de movimiento de la extremidad inferior.

Posición sentado

- Practicar la posición correcta de sentado durante 2 min en un sillón, con la espalda apoyada y el pie relajado sobre el piso. Se repite el ejercicio en una silla sin apoyadores y sin apoyo de la espalda.
- Trazar dos cruces en el piso y pedirle al paciente deslice el pie de forma alterna sobre la cruz, de adelante hacia atrás, de izquierda a derecha.
- Se eleva y sienta al paciente en una silla, siguiendo el ritmo marcado por el terapeuta.
- Flexionar las rodillas y llevar los pies por debajo del borde frontal del asiento.
- Inclinar el tronco hacia delante sobre los muslos.
- El paciente se incorpora mediante la extensión de las rodillas y caderas, endereza luego el tronco.
- Inclina levemente el tronco hacia adelante.
- Flexiona las caderas y las rodillas para sentarse.
- Yergue el tronco y se sienta de nuevo en la silla.

Posición de pie

- Caminar a los costados. El ejercicio se realiza con un ritmo pausado.
- Combinar el peso del pie izquierdo.
- Colocar el pie derecho 33 cm a la derecha.
- Cambiar el peso al pie izquierdo.
- Colocar el pie izquierdo sobre el derecho.
- Caminar hacia adelante entre dos líneas paralelas, apartadas a unos 35 cm colocando el pie derecho justo dentro de la línea derecha y el izquierdo dentro de la línea izquierda. Enfatizar la colocación correcta. Descansar tras diez pasos.
- Caminar hacia adelante, se coloca el pie en cada huella marcada en el piso. Las huellas deben ser paralelas y 5 cm laterales en la línea media. Practicar con un cuarto de los pasos, la mitad de los pasos, tres cuartas partes de los pasos y los pasos completos.

Girar

- Elevar el pie derecho y rotarlo hacia fuera, se salta sobre el talón.
- Elevar el talón izquierdo y soltar con la pierna izquierda hacia atrás.
- Elevar el pie izquierdo al lado derecho.

Rutina de ejercicios de columna en tanque terapéutico

Posición sentado

- Realizar flexión y extensión de cuello.
- Flexión lateral de cuello a la derecha y a la izquierda.
- Rotación de cuello (girarlo) a derecha, centro, izquierda.
- Realizar elevación y depresión de los hombros.
- Rotación interna y externa de los hombros.
- Realizar abducción y aducción de los hombros.
- Flexión y extensión de codos.
- Realizar círculos con las manos.

Posición de pie (se puede sostener del barandal del tanque)

- Realizar flexión de cadera (alternar).
- Realizar sentadillas.
- Ejercicios de puntas y talones.
- Realizar círculos con los pies (alternar).
- Ejecutar marcha de puntas y talones.
- Efectuar marcha con flexiones pronunciadas de cadera.
- Realizar marcha normal.

Posición arrodillada (en la parte más superficial del tanque)

- Sentarse sobre los talones.
- Llevar una de las piernas hacia el frente y alternar con la otra.

Todos los ejercicios se hacen con diez repeticiones cada uno y la rutina dependerá del acondicionamiento de cada paciente.

EJERCICIOS PARA LA COLUMNA VERTEBRAL

Columna cervical

Es el dolor (cervicalgia) posterior o posterolateral del cuello con exclusión de los que se originan en los elementos viscerales de la parte anterior del cuello. Las cervicalgias están en relación con el deterioro estructural, así como la artrosis del raquis cervical, desequilibrio estático y muscular.

Ejercicios cervicales. Los movimientos se realizan de manera suave y lenta, sin provocar dolor. Se realiza flexión, extensión, lateralizaciones (derecha e izquierda) y rotaciones. Se realizan diez repeticiones por cada uno de los movimientos, previo a cualquier tipo de calor para relajar.

Columna dorsal

Es el dolor (dorsalgia) en la región dorsal. Las causas principales son los trastornos estáticos vertebrales (congénitos o adquiridos), espondiloartrosis, espondilitis anquilosante, insuficiencias musculoligamentarias (dorsalgias benignas).

Ejercicios dorsales. Se mueve la cintura escapular, se elevan los hombros y después se dirigen los hombros al frente y atrás, hacer circunducción con ellos. Los ejercicios deberán realizarse sin provocar dolor con repeticiones de 10 cada uno, previo a cualquier modalidad de calor.

Columna lumbar

Es el dolor (lumbalgia) en la región lumbar (espalda baja). Algunas lumbalgias revelan afecciones malignas, infecciosas, vasculares, neurológicas, fracturas lumbares o simplemente postura incorrecta, es una de las causas más comunes.

Ejercicios lumbares (Williams). Los ejercicios de Williams se realizan para la región lumbar y se proponen para reducir el dolor en la parte inferior del dorso, se estiran los músculos que flexionan la columna lumbosacra. Se deben realizar a diario, diez repeticiones cada uno y se realizan muy despacio.

Rutina:

- El paciente recostado sobre el dorso se apoya en una superficie firme, con las rodillas dobladas y los pies apoyados, empuja la cintura contra la base y pone en tensión los músculos del abdomen y de las nalgas. Sostener posición durante 5 seg y relajar.
- En la misma posición que el ejercicio anterior, poner en tensión los

músculos del abdomen y llevar los brazos a la nuca, traer la cabeza hacia delante de tal modo que el mentón toque el pecho. Elevar hasta que las escapulas se encuentren apenas separadas del piso y mantener esa posición por 5 seg mantener y bajar.

- Misma posición que el ejercicio anterior, flexionar una rodilla, llevar hacia el pecho, luego tomar con los brazos y acentuar la flexión, al mismo tiempo despegar la cabeza del piso, mantener esta posición por 5 seg y relajar. Alternar las piernas con repeticiones de diez cada una.
- Misma posición que el ejercicio anterior, flexionar ambas rodillas y llevar hacia el pecho y acentuar la flexión, al mismo tiempo despegar la cabeza del piso. Mantener esta posición por 5 seg y relajar. Realizar diez repeticiones.

Ejercicios de McKenzie. Se usan en un principio para evitar o disminuir dolores en la zona lumbar, la mayoría de las veces causada por el aplastamiento vertebral lo que provoca lumbalgias, ciatalgias, entre otras. Su principal objetivo es estirar y fortalecer músculos abdominales y glúteos, que se encuentran atrofiados por el dolor, también estira los músculos paravertebrales lumbares, así como los flexores de cadera y los isquiotibiales.

Los ejercicios se tienen que hacer a diario, comenzando con cinco repeticiones y aumentar cada tres sesiones hasta llegar a un máximo de 25 repeticiones, cada ejercicio se tiene que realizar despacio y con sincronización respiratoria.

- Ejercicio 1: posición prono, mano y antebrazo apoyados en colchón, a la altura de los hombros, elevar el tronco.
- Ejercicio 2: posición prono, manos apoyadas en colchón, flexión de codo y hombro 90°, elevación de hombros.
- Ejercicio 3: posición prono, poner los brazos a los lados del cuerpo levantarlos al frente, apoyados en el colchón, se eleva el tronco.
- Ejercicio 4: posición prono, T invertida dorso lumbar, con los brazos entrelazados a la altura pélvica, elevar todo el tronco.
- Ejercicio 5: posición prono, manos apoyadas a nivel de hombro y elevar tronco sin levantar la cadera del piso.
- Ejercicio 6: posición bípeda, manos en las caderas y hacer extensión de tronco.

Diferencia entre ejercicios de Williams y McKenzie

La diferencia entre McKenzie y Williams es que los ejercicios de Mckenzie usan la extensión de la espalda; es decir, aumenta el ángulo de la espalda baja y los de Williams la disminuyen.

Ejercicios de espalda con pelota. Los ejercicios de extensión de espalda con pelota se enfocan en los músculos de la espalda baja y estiran los músculos abdominales. Tener músculos abdominales flexibles puede ayudar a evitar problemas en la espalda mejorando la postura. Tres series de 10 repeticiones con 1 min de descanso en el intermedio:

- De rodillas frente a una pared colocar la pelota sobre una colchoneta de yoga en frente. Acostarse con el abdomen sobre la pelota para ejercicios y presionar con los pies contra la pared con los dedos del pie tocando el borde de la colchoneta de yoga. Esa pared sirve como un punto de anclaje del ejercicio de espalda. No dejar que el pecho toque la pelota porque se limitará el rango de movimiento.
- Apretar los glúteos para involucrar los músculos de la cadera y el tronco. Colocar las manos detrás de la cabeza y contraer los hombros hacia abajo y hacia atrás para involucrar los músculos superiores de la espalda.
- Elevar el pecho despacio hacia el techo arqueando la espalda baja. El abdomen debe permanecer en contacto con la pelota. Si durante este ejercicio se siente un dolor localizado, agudo y punzante que se extiende hacia la pierna, detener de inmediato. Regresar poco a poco a la posición inicial.
- Hacer flexiones de piernas con la pelota ejercita los músculos de la espalda baja, la cadera y los muslos. Todos estos músculos son necesarios para mantener una postura correcta. Si estos músculos se debilitan se puede sentir dolor en la espalda baja.
- Posición supina sobre una colchoneta de yoga con las piernas rectas y los talones sobre la pelota para ejercicios. Los brazos deben estar a los lados y los pies separados a la altura de las caderas.
- Levantar las caderas hasta que el cuerpo forme una línea recta. Flexionar las rodillas y colocar la pelota hacia los glúteos usando los talones. Exhalar mientras se realiza para no incrementar de manera súbita la presión arterial. No se debe descender las caderas ni la espalda mientras se flexionan las rodillas.

Ejercicio de balanceo pélvico: estos ejercicios ayudarán a fortalecer y

estirar los músculos de la espalda baja y el abdomen estirando el tronco y previniendo el dolor en la espalda baja.

- Sentarse poco a poco sobre la pelota para ejercicios con los brazos a los lados. Luego, inclinar la pelvis ligeramente contrayendo los músculos del estómago y moviendo las caderas hacia adelante para aplanar la parte pequeña de la espalda. Luego, regresar a la posición inicial.
- Arquear un poco la parte angosta de la espalda y extender las caderas hacia atrás. Mantener esta posición durante unos cuantos segundos y luego regresar a la posición inicial. Se puede hacer este ejercicio hacia atrás y hacia adelante, diez veces de manera continua y de 2 a 3 veces al día, también se pueden hacer balanceos pélvicos de lado a lado y alrededor en círculos.
- Hacer rotaciones de la columna vertebral es otro ejercicio que ayuda a fortalecer la espalda baja y a prevenir el dolor. Sentado sobre la pelota para ejercicios y levantar los brazos rectos hacia el frente. Mover ambos brazos a lo largo del cuerpo hacia la derecha, manteniendo el codo izquierdo flexionado y los brazos a la altura de los hombros. Luego, mover ambos brazos hacia la izquierda, manteniendo el codo derecho flexionado. Para incrementar la dificultad de este ejercicio, separar los pies y girar el tronco un poco en la misma dirección que los brazos. Si es posible, enderezar la rodilla opuesta y dejar que la pelota se mueva despacio hacia adelante.

Ejercicios de estiramientos de espalda baja: la pelota para ejercicios estira la espalda baja de manera efectiva, pues proporciona un área de estiramiento más amplia y mayor libertad de movimiento.

- Sentado sobre la pelota para ejercicios, avanzar poco a poco hacia adelante hasta acostarte con la espalda sobre la pelota, las caderas suspendidas en el aire y las rodillas flexionadas.
- Enderezar las piernas y brazos e intentar tocar el piso con los brazos. Respirar de manera relajada mientras se estira. El estiramiento es sólo hasta el punto de conseguir una tensión cómoda, el dolor no es parte de un estiramiento efectivo. Sostener esta posición durante 30 seg.

Estiramientos del músculo dorsal ancho: este músculo se considera el más grande del cuerpo. Se extiende a lo largo de toda la espalda y una

parte superior de los brazos. Es necesario estirar este músculo a diario para prevenir el dolor de espalda.

- De rodillas sobre una colchoneta o una superficie suave y colocar la pelota para ejercicios en frente. Colocar las palmas de las manos sobre la parte superior de la pelota. Mover la pelota tan lejos del cuerpo como se pueda inclinándose hacia adelante con las caderas y “caminando” con las manos. Detenerse cuando se sienta un estirón cerca de las axilas y los lados del tronco. Esta posición también estira la espalda baja. Llevar el pecho hacia el suelo tanto como el estiramiento lo permita.

Los ejercicios de movilidad pueden ayudar a mejorar la flexibilidad en la espalda baja y prevenir las lesiones.

- Sentado sobre la pelota manteniendo los brazos hacia los lados. Poco a poco, retirar los pies e inclinarse con la pelota rodando hacia la parte superior de la espalda. Elevar los brazos sobre la cabeza y enderezar las rodillas para arquearlas sobre la pelota. Se debe mover la pelota hacia la mitad de la columna vertebral y tocar el piso con las manos. Sostener la posición de estiramiento durante 10 seg y luego flexionar las rodillas. Colocar los brazos hacia abajo y mover la pelota a la posición inicial.

Ejercicios de puente: sirven para estirar y fortalecer los músculos de la espalda. También son efectivos para aliviar el dolor causado por estar sentado en una posición inadecuada durante todo el día. Hay varias formas de hacer el ejercicio del puente:

- Posición supina con las piernas rectas. Levantar las piernas y descansar los músculos de la pantorrilla sobre la pelota. Mantener los brazos a los lados con las palmas de las manos planas sobre el piso.
- Levantar los glúteos para enderezar la espalda y formar un “puente” con las piernas. Esto mantendrá los músculos abdominales apretados. Sostener esa posición durante 5 seg y luego regresar a la posición inicial.

Ejercicios de Klapp. Son ejercicios de estiramiento de la columna vertebral, los cuales se pueden considerar relacionados con ejercicios de gateo, conceden importancia a la elongación de la columna y aumentan la flexibilidad.

Rutina:

1. En posición prona (boca abajo), se elevan la cabeza y los hombros, se extiende la región superior de la columna.
2. Misma posición que el ejercicio anterior, se elevan las piernas y se extiende la zona lumbar.
3. Misma posición que el ejercicio anterior, elevar la pierna y el brazo del mismo lado, este ejercicio extiende de manera asimétrica la columna y ayuda a corregir la curvatura lateral.
4. Posición en cuatro puntos (de gato), arquear hacia arriba la columna (como camello) y volver a cuatro puntos. Este ejercicio se llama de gato-camello por las posiciones que se realizan.

EJERCICIOS PARA ABDOMINALES

Existen muchos ejercicios para fortalecer los músculos abdominales, pero hay tres básicos para cualquier rutina:

1. El paciente en posición supina (boca arriba) con las rodillas dobladas trata de sentarse. Sostiene la posición de 5 a 10 seg y baja.
2. En la misma posición, se lleva las manos a la nuca, levanta la cabeza y los hombros. Sostener la posición de 5 a 10 seg y bajar.
3. En la misma posición, se ponen las manos en cruz tocando los hombros, levanta la cabeza y los hombros. Sostiene esta posición de 5 a 10 seg y baja.

Los ejercicios se deben hacer en repeticiones de 10, sobre una superficie firme.

EJERCICIOS DE RISSER (PIE PLANO)

El pie plano es una falla de la fascia plantar con descenso metatarsiano. La causa más frecuente es la poca fuerza de la musculatura y la debilidad, así como falta de elasticidad de los ligamentos.

Rutina:

- Caminar de puntas.
- Caminar en talones.
- Caminar con flexión de los dedos de los pies, sobre el borde lateral

externo.
- Arrugar con el pie una toalla sobre el piso (alternar).
- Recoger canicas del suelo con los pies y ponerlas en un frasco de boca ancha.
- Girar con los pies una botella sobre el suelo.

EJERCICIOS PARA ESCLEROSIS MÚLTIPLE

Los ejercicios para esclerosis múltiple se pueden practicar para trabajar las diferentes áreas del cuerpo afectadas (postura, equilibrio, estabilidad del tronco, control de la pelvis, fuerza, estiramientos, respiración, y brazos y manos). Estos ejercicios ayudan a mantener estabilidad del tronco y aumentar la fuerza.

- Estirado con las rodillas dobladas y los pies apoyados en el suelo o cama a una distancia aproximada entre los dos pies de 30 cm: paso 1: tensar los glúteos. Después, levantarlos del suelo para formar un puente. Aguantar en esta posición. Paso 2: bajar lentamente. Repetir de 3 a 5 veces. Asegurarse de subir y bajar de manera recta.
- Estiramiento de piernas: arrodillado a cuatro patas, con el peso bien distribuido entre las cuatro extremidades. Paso 1: levantar una pierna recta hacia atrás y mantener la posición. Paso 2: bajar lentamente. Repetir con la otra pierna. Si no se puede levantar la pierna del suelo, realizar el ejercicio deslizando la pierna hacia atrás, manteniendo los dedos de los pies en contacto con el suelo. Repetir 3 a 5 veces con cada pierna.
- Para trabajar el equilibrio se debe colocar de pie, con los pies lo más cerca posible el uno del otro. Si es necesario, utilizar el respaldo de una silla para llegar a esta posición. Paso 1: cuando se consiga estabilidad, soltar el apoyo y mantener el equilibrio. Contar el número de segundos en equilibrio, con el objetivo de llegar a los 20 seg si es posible, si no a medida que pueda cada paciente. Paso 2: si se puede, probar a mantener el equilibrio con los ojos cerrados, siempre con mucho cuidado.
- Ejercicio con una pierna: ayuda a mantener el equilibrio. La posiciónn debe ser de pie, con los pies un poco separados. Realizar el ejercicio enfrente de un objeto que permita el apoyo (silla). Paso 1: intentar levantar una pierna del suelo y mantener el equilibrio. Bajarla y probar con la otra pierna. Contar los segundos, e ir aumentando hasta llegar a los 15 seg, esto dependerá de cada caso.

Paso 2: mantener el equilibrio con los ojos cerrados, pero siempre con mucha seguridad y agarrándose a algún objeto estable. Si no se puede llegar a los 15 seg, trabajar con el objetivo de ir aumentando el tiempo en equilibrio.

- Estiramiento de brazos y pierna: ayuda a la estabilidad del tronco y aumentar la fuerza. El paciente debe estar arrodillado en cuatro puntos, con el peso bien distribuido entre las cuatro extremidades. Paso 1: levantar un brazo y la pierna opuesta al mismo tiempo. Estirar ambos miembros. Paso 2: Mantener y, después, bajar lentamente. Repetir con el otro brazo y la otra pierna. Repetir 5 veces.
- Ejercicio de sentarse y levantarse, ayuda a la postura, equilibrio, estabilidad del tronco y aumentar la fuerza. El paciente debe estar sentado sobre una superficie firme: por ejemplo, en el borde de la cama, o en una silla. Paso 1: poner las manos sobre las rodillas y empujar hacia abajo, de manera que se haga fuerza para ponerse de pie. Levantarse a la vez que se sostiene el estómago con las manos y contar hasta tres. Después, comenzar a doblar las rodillas mientras se llevan las manos a las rodillas y, poco a poco, sentarse otra vez. Ponerse de pie desde una posición sentada es un ejercicio muy bueno para fortalecer las piernas, y también para el equilibrio. Este es muy recomendable, ya que trabaja a la vez diferentes músculos del cuerpo. Se sugieres realizar este ejercicio sin utilizar los brazos. Pero si no se tiene mucho equilibrio se puede apoyar en una mesa, sillón o ayuda de otra persona. Repetir el ejercicio 5 veces.
- Ejercicios para ayudar con el control de la pelvis: éstos sirven para el control de la pelvis y estiramientos. La posición del paciente es estar estirado con las rodillas dobladas y los pies apoyados en el suelo o cama. Paso 1: mover las rodillas hacia la izquierda poco a poco. Volver las rodillas al centro. Paso 2: mover las rodillas poco a poco hacia el lado derecho y volver de nuevo al centro. Asegurarse de que los dos hombros están en contacto con el suelo o cama. Repetir 5 veces en cada lado.
- Inclinación de la pelvis: sirve para ayudar en la postura, la estabilidad del tronco y control de la pelvis. El paciente debe estar estirado con las rodillas dobladas y los pies apoyados en el suelo o cama a una distancia aproximada entre los dos pies de 30 cm. Paso 1: tomar aire. Al momento de expulsarlo, levantar un poco el cuello, tensar la barriga intentando mirar el ombligo, de manera que la pelvis se incline para aplanar la zona lumbar sobre la cama o suelo. Paso 2: Soltar y repetir 5 veces.
- Elevación de brazos: ayuda al aumento de la fuerza. El paciente debe

estar sentado sobre el borde de la cama, o en una silla. Paso 1: sostener un palo o algún objeto similar, a la altura de la cadera. Paso 2: mantener los codos rectos, elevar el palo hacia arriba, si se puede, por encima de la cabeza, siempre que no cause ningún tipo de dolor. Bajar los brazos poco a poco. Repetir 5 veces.

- Flexión de rodilla: ayuda en los estiramientos. El paciente debe estar acostado con las rodillas dobladas y los pies apoyados en la cama a una distancia aproximada entre los dos pies de 30 cm. Paso 1: con la ayuda de las manos, levantar una de las rodillas hasta el pecho, manteniendo la otra pierna estirada.
  Paso 2: volver a la posición inicial y repetir con la otra pierna. Repetir 5 veces con cada pierna.
- Ejercicio de inclinación lateral: ayuda en estiramientos. El paciente debe estar sentado en el borde de la cama o en un sofá, con los pies en el suelo.
  Paso 1: deslizar una mano hacia un lado de la cama, mientras el tronco se alarga y estira. Mantener la cabeza siempre mirando al frente. Paso 2: volver al centro y repetir hacia el otro lado. Repetir 5 veces a cada lado.
- Ejercicios de respiración: tienen un papel importante en la mejora de la postura y en el fortalecimiento tanto del diafragma como de los músculos abdominales.
  - Ejercicio de exhalación: sirven para mejorar la postura y respiración. El paciente debe estar sentado sobre una superficie firme: por ejemplo, en el borde de la cama, o en una silla. Paso 1: colocar las manos sobre la parte baja de las costillas. Realizar una respiración profunda. El paciente debe sentir cómo se llena de aire el espacio que hay debajo de las manos. Paso 2: exhalar el aire de los pulmones de manera continua hasta tener la sensación de que no queda aire. Repetir sólo 3 veces, pues puede provocar mareos si se hace más veces.
  - Ejercicios de inhalación: sirven para mejorar la postura y respiración. El paciente debe estar sentado sobre una superficie firme; por ejemplo, en el borde de la cama, o en una silla. Paso 1: colocar una mano en el centro sobre el estómago, justo debajo de la caja torácica. Inhalar y tratar de llenar de aire el espacio que hay debajo de las manos, de manera que el estómago se empuje hacia fuera a la vez que se aspira. Sólo repetir tres veces cada vez que se intenta, pues puede provocar mareos.
- Ejercicios de brazos y manos: ayudan al estiramiento, así como a la

movilidad y coordinación.

- Deslizarse por la mesa: ayuda al estiramiento. El paciente debe estar sentado con una mesa frente a él. Paso 1: poner las manos sobre un trapo o una toalla. Utilizando el trapo, deslizar las manos hacia adelante lejos del cuerpo, de manera que se alargue y estire el tronco hacia adelante. Paso 2: volver a la posición inicial. Repetir 5 veces.
- Tocarse los dedos: ayuda a la movilidad y coordinación. El paciente debe estar sentado sobre en el borde de la cama, o en una silla. Este ejercicio también se puede realizar acostado. Paso 1: doblando el codo o descansando sobre el brazo de una silla, tocar la punta de cada dedo con el pulgar. Paso 2: bajar y repetir con el otro brazo. Repetir 5 veces cada lado.

MASTECTOMIA

Después del tratamiento quirúrgico (mastectomía) bien sea parcial o radical con quimio o radioterapia suele presentarse, de manera secundaria, al tratamiento en la zona braquial, **linfedema de la extremidad braquial**.

Halsted fue el primero en describir el linfedema llamándolo **elefantiasis**, y que se puede presentar de forma inmediata posquirúrgica o de forma tardía a ella y con el paso de los años, en general debido a la extirpación de las cadenas ganglionares, radioterapia y procesos sobre la herida como infecciones. En el estudio que realizó Gregel reportaba la presencia de la presencia de un caso de linfedema de cada tres paciente mastectomizadas. El linfedema se puede clasificar en:

- **Leve:** aquellos que presentan una asimetría del volumen braquial de no más de 2 cm de diámetro.
- **Moderado:** ente 2 a 6 cm de diámetro y que suele ser el más frecuente de aparición.
- **Grave:** aquel cuyo volumen braquial sobrepasa los 6 cm de diámetro.

Esta insuficiencia linfática mecánica que se produce por oclusión de la circulación de la linfa, la cual conduce a un cúmulo de proteínas tisulares y líquido que son retenidos en el intersticio (linfostasis).

Tratamiento del linfedema

1. Drenaje linfático manual, se realiza de extremo distal del brazo hacia el

proximal, no siendo el tratamiento inferior a 4 o 6 semanas, desaconsejando si hay presencia de procesos neoplásicos activos o padecimientos dérmicos como la erisipela.

2. Presoterapia secuencial bicameral, este tipo de técnica emplea manguitos de compresión secuencial que van realizando compresión, relajación de distal a proximal efectuando un verdadero "ordenamiento" de la extremidad con movilización de linfa y disminución del volumen de la extremidad.
3. Medidas compresivas, que se basan en confeccionar medias a la medida de la extremidad que ejercen mayor presión en la región distal (mano) y menor en la proximal, (raíz del brazo).
4. Medidas psicológicas, al ser un padecimiento evolutivo, crónico y con una resolución parcial, en general el paciente no acepta de buen grado su enfermedad, pues está expuesto a la observación constante de las personas, llevando a este paciente a sufrir situaciones de ansiedad, estrés y depresión.
5. Muy importante el cuidado y la higiene de la piel de la extremidad que padece de linfedema, pues está más proclive a sufrir lesiones dérmicas, o procesos infecciosos que complicarían o gravarán el cuadro existente.

Los ejercicios de rehabilitación se recomiendan al menos dos veces al día y 10 repeticiones de cada uno de ellos.

- En posición de sentado y con la ayuda de una tolla o banda y pasando por la parte posterior de la espalda sujeta con una mano a nivel de la nuca y la otra de la cintura, realizara movimiento hacia arriba y abajo.
- En posición de sentado elevar lenta y suavemente el brazo hacia adelante con movimientos de cierre y apertura de mano.
- Posición de sentado levantar el brazo en forma lateral lo más alto que se consiga llegar con movimientos de apertura y cierre de la mano.
- Con un palo de escoba y agarrado con ambas manos y separándolas elevar los dos brazos lo más alto que se pueda. Bajar despacio controlando el movimiento.
- Poniendo los brazos de lado (en cruz) intentar levantarlos por arriba de la cabeza e intentar juntar las palmas.
- Poner las manos en la nuca entrelazando los dedos, intentar juntar los codos al frente y separándolos de lados lo mas que tolere sin soltar las manos.

- Sentado y frente a una mesa en posición recta, poner un peso sobre la mesa (pesa, libro). Poner la mano encima de la pesa o libro y desplazarlo empujándolo hacia adelante poco a poco, y así se sentirá tirantez o dolor, regresar a la posición original.
- Sentado de lado en posición recta, poner un peso sobre la mesa (pesa, libro). Poner la mano encima de la pesa o libro y desplazarlo lateral y poco a poco hacia atrás y adelante y así se sentirá tirantez o dolor, regresar a la posición original.
- Mirando a la pared realizar círculos con el brazo bien extendido y lo más alto que se pueda, regresando de forma lenta a la posición de salida.
- Con los brazos al frente a la altura de los hombros, flexionar los codos y al mismo tiempo cerrar las manos y al extender los codos abra las manos.
- Realizar con los brazos elevados cierre y apertura de las manos.
- Sentado tomar aire por la nariz intentando hinchar el abdomen, (barriga) reteniendo lo que tolere y expulsándolo por la boca muy despacio.
- Sentado tomar aire por la nariz intentando hinchar el tórax, reteniendo lo que tolere y expulsándolo por la boca muy despacio.

PRINCIPIOS DE EJERCICIO Y REHABILITACIÓN EN LA MUJER PRE Y POSPARTO

El embarazo y el parto son de las etapas más importantes en la vida de la mujer.

Periodo preparto

Cambios físicos: patología inducida por el embarazo:

1. Diástasis de rectos: separación mayor de 2 cm o dos dedos entre los músculos rectos del abdomen.
2. Dolor de espalda baja.
3. Disfunción en el piso pélvico.
4. Laxitud articular.
5. Venas varicosas.

Las metas generales preparto son:

- Promover posturas correctas.

- Vigilar la realización de una mecánica corporal adecuada.
- Preparar las extremidades superiores para las demandas del cuidado del bebé.
- Preparar las extremidades inferiores para las demandas de aumento de peso y compromiso circulatorio.
- Promover control de la musculatura del piso pélvico.
- Mantener una función abdominal adecuada y prevenir la diástasis de recto.
- Promover o mantener un acondicionamiento cardiovascular seguro.
- Educar a la mujer sobre los cambios en el embarazo y el parto, así como los problemas relacionados a ellos.
- Mejorar las destrezas de la relajación.
- Preparar físicamente a la mujer para el parto y las actividades posparto.

Se debe evitar:
- Ejercicios balísticos (rebote).
- Sostener la respiración cuando se realizan los ejercicios.

Se debe observar:
- Tomar líquidos con frecuencia.
- Corregir o descontinuar cualquier ejercicio que produzca dolor.

Manejo preparto preventivo. Propósito: preparar a la mujer para el parto y disminuir la patología relacionada.
- Ejercicios de abdominales, piso pélvico, respiración y relajación.
- Entrenamiento en postura y mecánica corporal.
- Ejercicios de fortalecimiento para las extremidades superiores e inferiores.
- Ejercicios aeróbicos: nadar, caminar, correr, bicicleta.
- Ejercicios de flexibilidad general.
- Clases de parto psicoprofiláctico.

Contraindicaciones absolutas para el ejercicio:
- Cuello uterino incompetente.
- Sangrado vaginal.
- Placenta previa.
- Rotura de membranas.
- Amenaza de parto pretérmino.

- Condiciones cardíacas maternas inadecuadas.
- Diabetes mellitus o hipertensión arterial materna.
- Embarazo múltiple.
- Historial de tres o más abortos espontáneos.

Acondicionamiento aeróbico:
- De 140 latidos/min máximo.
- Se recomienda evaluación cardiopulmonar, para establecer parámetros individuales.
- Duración de 15 a 30 min máximo.
- A mujeres que trotan se les recomienda disminuir velocidad y distancia, además de trotar en terreno llano.
- Utilizar equipo y calzado adecuado.
- Evitar deportes como: esquiar, bucear y montar a caballo.

Periodo posparto

Propósito: restaurar el cuerpo lo más rápido posible de una forma segura.

- Parto natural.
- Ejercicios de abdominales, piso pélvico y respiración.
- Entrenamiento de posturas y mecánica corporal, con énfasis en el manejo del bebé.
- Ejercicios de fortalecimiento para extremidades superiores e inferiores.
- Ejercicios de flexibilidad.
- Ejercicios aeróbicos.

Parto por cesárea: se debe esperar de 6 a 8 semanas antes de comenzar con ejercicios vigorosos. Los ejercicios abdominales deben progresar de manera lenta.

BIORRETROALIMENTACIÓN

Antecedentes

De acuerdo con el estudio de los electrones emitidos por un filamento, se desplazarán hacia una placa cercana cargada en forma positiva, desde donde pueden regresar al circuito, de manera que controle el flujo de electrones. El retorno de los electrones en el circuito cerrado recibe el

nombre de **retroalimentación**. Los psicólogos emplearon la misma palabra para señalar que el conocimiento de cualquier comportamiento reingresa en el sistema, para controlar el comportamiento posterior, en ese sentido, se agregó el prefijo *bio* para destacar que la energía realimentada era de origen animal. Después se pudo convertir la energía eléctrica engendrada por la contracción muscular en un sonido o en un signo visual (electromiografías).

Tal vez el primer médico estadounidense que divulgó la electromiografía fue Marinacci en 1960 quien publicó el primer artículo de **biorretroalimentación**, en él expone que se basaban en el dominio de la reeducación audioneuromuscular. Recomendó que los pacientes con debilidad muscular neurógena prestarán atención a los potenciales eléctricos, engendrados por los músculos que se contraían para identificar las contracciones mínimas y mediante la voluntad poner una vez más, esas contracciones bajo un control voluntario útil.

En 1969, Booker *et al*., utilizaron la exhibición visual de las reacciones mioeléctricas para lograr una mejoría en las contracciones voluntarias de los músculos debilitados, pronto este trabajo originó un interés en la biorretroalimentación, tanto para la reeducación muscular como para la espasticidad.

A partir de 1972, apareció en la literatura estadounidense un número creciente de trabajos acerca de biorretroalimentación, como un coadyuvante del fortalecimiento de los músculos debilitados, en especial para hemipléjicos. Aunque tiene un aporte importante en algunos pacientes, para reactivar un control que ha desaparecido del movimiento voluntario.

La biorretroalimentación constituye un instrumento que pueden utilizar los médicos y terapeutas para mejorar muchas formas de la terapia por el ejercicio, tanto para reeducar músculos débiles como para relajar músculos hiperactivos locales o generales, esta técnica constituye el complemento natural de muchos procedimientos que se realizan en la clínica y que se proponen mejorar el rendimiento cognitivo, así como sensorimotor.

En la mayor parte de los ejercicios terapéuticos, el paciente puede lograr reacciones motrices precisas y señales sensitivas mediante un procesamiento eficiente de los insumos cinestésicos y propioceptivos. Dichos insumos se suministran por el esfuerzo volitivo o por procedimientos auxiliares, como la resistencia al movimiento o la extensión pasiva. Durante varios años, Basmajain demostró que mediante

el empleo de la retroalimentación auditiva y visual provenientes de las contracciones musculares, el hombre es capaz de aislar y controlar unidades motrices individuales, en ese sentido el control neuromuscular puede presentarse sin una visualización de la actividad muscular, por tanto, la biorretroalimentación muscular permite al paciente utilizar representaciones visuales y auditivas de los fenómenos fisiológicos que no percibe por lo general; mediante un entrenamiento adecuado. El paciente puede aprender a iniciar y controlar reacciones musculares apropiadas, en tanto que muchas otras formas de ejercicio dependen en gran medida de señales propioceptivas, las reacciones de los efectores que utilizan la biorretroalimentación muscular dependen en gran medida del procesamiento de las señales por la audición o la visión. Desde luego, es importante complementar y "modelar" esta manera de integración sensorimotriz, al agregar insumos propioceptivos provenientes de cualquier combinación de extensión muscular, resistencia, vibración o estimulación cutánea. Por tanto, se ponen en funcionamiento muchos de los correlatos fisiológicos y anatómicos de la actividad muscular, se puede elaborar un plan más preciso de acción para utilizar esta modalidad.

Terapia de biorretroalimentación

Dentro de la terapia de biorretroalimentación existe la importancia de la realimentación sensitiva para el aprendizaje inicial, así como para la ejecución subsiguiente de actos motores que requieren "destreza", pues el flujo **motor** hacia el exterior depende del flujo sensitivo hacia el interior.

Al existir una lesión que afecta la conducción en el trayecto de la **columna dorsal** (la cual transmite información importante para apreciar la posición de las extremidades), el paciente presenta un deterioro en la coordinación de los movimientos de las extremidades, lo cual ante la "clínica" demuestra que las lesiones en cualquier punto a lo largo de los trayectos sensitivos que transmiten información táctil cinestésica, pueden producir síntomas de deterioro de la coordinación.

Pero a pesar de que la posición teórica de que la realimentación sensitiva sea necesaria para que se presente cualquier movimiento es insostenible, parece necesario afirmar que la **estabilidad postural** y los **movimientos voluntarios** de calidad normal, dependen de una retroalimentación cinestésica precisa, que puede incluir una información proveniente de receptores táctiles, así como de extensión, pues resulta posible supervisar de manera estricta la posición de las extremidades sobre la base de las

sensaciones táctiles.

Los efectos benéficos de la estimulación periférica son parte del resultado de la facilitación de los mecanismos sensitivos y no sólo de los mecanismos motores, es decir, el resultado del mejoramiento o la restauración de la capacidad sensitiva, o la recalibración del aparato sensorimotor al establecimiento de una nueva relación entre la posición de la extremidad, así como el tipo de impulsos diferentes que lo representa, es parte de una mejora de la función interrelacionada con los elementos sensitivos y motores.

Por consiguiente, la manipulación masiva puede resultar eficaz por el hecho de acrecentar la conciencia que tiene el paciente de la extremidad afectada, en ese sentido, la provisión de insumos adicionales desde receptores térmicos, musculares y otros de carácter cinestésico pueden acrecentar de manera simple la probabilidad de que el paciente intente utilizar la extremidad afectada, gracias a la mayor conciencia que tiene de la misma. El alcance pasivo de los ejercicios de movimiento pueden contribuir de manera semejante a mantener la sensibilidad normal de los receptores de estiramiento, ayudar al paciente a establecer una nueva correlación de transmodalidad entre los tipos de sensación táctil (originados por estímulos de contacto mecánico o térmico), y varias posiciones de las extremidades; sin embargo, si se requiere optimizar este tipo de efecto, el terapeuta debe mantener al paciente **sintonizado** con sus movimientos, insistir en la supervisión visual de la extremidad que se mueve a la concentración en cualquier impresión sensitiva residual, que pueda relacionarse con la posición y el movimiento de esa extremidad. Esto resulta con mayor eficacia en una reeducación muscular, en donde se ayuda al paciente a establecer una nueva relación entre la posición y el movimiento con las sensaciones residuales obtenidas por medio de mecanismos táctiles y cinestésicos.

Papel del sistema nervioso central dentro de la biorretroalimentación

Como puede observarse en los párrafos anteriores, una buena parte del reaprendizaje motor dependerá de que el paciente preste atención a esas sensaciones, como una base para biorretroalimentar la posición y el movimiento, en lugar de las sensaciones que provienen, por lo general, de los receptores musculares y articulares.

Dentro del eje sensitivo del sistema nervioso, las ramas aferentes que provienen de receptores articulares, musculares, tendinosos y cutáneos proveen información que incluye una indicación multimodal de la posición del miembro y del movimiento del SNC, esta información se procesa en el nivel espinal, en lo relativo a la modulación refleja del tono, suministrar al cerebelo la información para su integración con los insumos vestibulares, para permitir el control de las reacciones de equilibrio, provee a su vez de la formación reticular para permitir la regulación generalizada de la actividad eferente γ y el tono muscular, de acuerdo con el grado de actividad corporal, el cual se distribuye a la corteza motriz desde tálamo de manera directa por medio de una retransmisión a través de la zona somatoestésica.

El eje motor procesa la información relacionada con la regulación de la postura y el movimiento al enviarlo a través del trayecto **corticospinal** de manera directa a las motoneuronas β en el nivel espinal y de modo indirecto a través del sistema extrapiramidal a los aferentes γ.

En el trayecto extrapiramidal se incluyen el núcleo caudado, el putamen, el globo pálido y otras estructuras subcorticales. La formación reticular sirve como principal filtro para las señales extrapiramidales descendentes, que influye de manera indirecta en las motoneuronas α a través del circuito γ y general, así un nivel básico de actividad postural tónica, sobre el cual se superponen las señales para los movimiento voluntarios.

Las zonas subcorticales y del pedúnculo cerebral (ganglios basales, núcleo rojo, formación reticular, entre otras) intervienen en el flujo motor del mismo modo que la zona motriz cortical cerebral y estas estructuras influyen en las motoneuronas α a través de rutas extrapiramidales en paralelo con la corticospinal.

Al existir algún daño, es posible una compensación por los déficit motores causados por lesiones, los cuales interrumpen el tracto corticospinal al dar un rodeo que elude las lesiones, enviar señales a los núcleos motores espinales a través de los trayectos alternos ya mencionados. La calidad del movimiento producido de este modo difiere de lo normal en ciertos aspectos, sobre todo en cuanto a la velocidad de ejecución y resistencia, pero resulta posible un movimiento voluntario funcional, incluso de los dedos después de interrumpir el tracto corticospinal en el nivel de las pirámides medulares.

La información que representa la posición real del miembro en cualquier momento en el tiempo, alcanza al cerebelo por medio de proyecciones

sensitivas provenientes de receptores visuales, musculares, articulares y cutáneas. El cerebelo infiere una diferencia o una señal de error al restar la señal de **retroalimentación** de la que representa el movimiento propuesto y reactúa sobre la corteza motriz ante el aumento por excitación o inhibición del producto a los músculos. Las correcciones cesan cuando las posiciones propuestas y la real son idénticas.

En resumen, el papel del SNC dentro de sus principales trayectos sensoriales, motrices y relacionados destaca la organización del **circuito múltiple** del sistema sensorimotor de la siguiente manera:

- Los receptores proveen información a todos los niveles de manera simultánea.
- El insumo alcanza la zona de la corteza motriz a través de rutas de grados variables de complejidad: algunas directas y otras, con una retransmisión en estructuras subcorticales, en las zonas sensoriales o ambas y en relación con la corteza.
- El producto motor se orienta hacia los efectores sobre rutas corticospinales y extrapiramidales de manera paralelas.
- Las rutas corticospinales van directas a las motoneuronas α, en tanto que las extrapiramidales influyen de modo directo en el tono muscular y la contracción fásica, mediante la regulación eferente γ de la sensibilidad receptora de la extensión.
- Los circuitos son todos cerrados, pues el producto estimula de modo invariable los receptores que, por referenciación, señalan cualquier cambio de estado al SNC.

BIBLIOGRAFÍA

Braddom R: *Physical Medicine & Rehabilitation (Medicina física y rehabilitación),* IV edición. Filadelfia: Elsevier-Saunders, 2011.

Latorre J, Davins M, Barreiro Ignacio Sánchez J *et al*.: Servicio de Angiología Cirugía Vascular y Endovascular Hospital de la Santa Creu i Sant Pau Barcelona. Artículo publicado en: Anales de Cirugía Cardíaca y Vascular, 2005;11(1):22-37.

DeLisa J, Bruce MG, Nicholas EW: *Physical Medicine and Rehabilitation: Principles and Practice (Medicina física y rehabilitación: principios y práctica),* vol. 1. Filadelfia: Lippincott Williams & Wilkins, 2005.

CAPÍTULO 16

Medicina del deporte

CONCEPTO

La medicina del deporte es el estudio de los problemas y la aplicación de soluciones a los mismos, en relación con la naturaleza fisiológica, psicológica y patológica del atleta. Esta rama de la medicina se ocupa de las consecuencias de la actividad física sobre la salud del organismo, por tal motivo abarca desde el deportista altamente entrenado, dotado de suficiente aptitud y físico para participar en el atletismo competitivo moderno con gran intensidad y diversidad, hasta el neófito, participante en pruebas de escasa importancia, que con frecuencia carece de aptitud, de físico y que se puede desempeñar en un llano sin ninguna supervisión.

La medicina del deporte representa la integración de las disciplinas médicas y las ciencias del ejercicio dirigidas a servir al deporte competitivo y recreativo, la práctica del ejercicio con fines de alcanzar una buena salud, y la actividad física. La meta principal es la prevención de traumas o lesiones musculoesqueléticas.

- Condiciones derivadas de mal adaptaciones en el ambiente (enfermedades relacionadas con el calor, patologías hiperbáricas y trastornos de altitud)
- El sobreentrenamiento, y condiciones crónicas-degenerativas, tales como las cardiopatías coronarias (enfermedades arterioscleróticas en las arterias coronarias del corazón).
- Diabetes, enfermedades cerebrovasculares, hipertensión, osteoporosis.

RAMAS DE LA MEDICINA DEL DEPORTE

- **Campo científico:** el cual trabaja comúnmente con poblaciones en apariencia saludables.
- **Clínica:** la cual se involucra particularmente en la prevención o tratamiento de condiciones patológicas (enfermedades o traumatismos).

En general, la medicina del deporte se define como el conjunto de aspectos científicos y médicos del deporte (competitivo y recreativo), ejercicio y de la actividad física; incluye el estudio de los efectos agudos y crónicos del ejercicio y actividad física de naturaleza fisiológica, bioquímica, morfo funcional, anatómica, biomecánica, psicosocial y patológica sobre el organismo humano; también, abarca la aplicación clínica del conocimiento obtenido de dicho estudio con el fin de mejorar y mantener las capacidades funcionales efectivas requeridas durante el desempeño del trabajo físico cotidiano, al hacer ejercicios, practicar deportes, y en la actividad física. La rama clínica se dirige hacia la prevención, tratamiento de enfermedades y lesiones relacionadas con el ejercicio, deportes y actividad física.

OBJETIVOS DE LA MEDICINA DEL DEPORTE

- Mejorar y mantener en forma óptima las capacidades físicas del individuo para su mejor desempeño en la vida diaria y deportiva.
- Evaluar las aptitudes físicas y preparar programas de entrenamiento físico, tanto para atletas (en su preparación para la competencia deportiva) como para personas que practican deportes con el fin de mantener una buena salud o por recreación.
- La prevención de enfermedades y lesiones relacionadas con el ejercicio y deportes.
- Diagnóstico y tratamiento de la enfermedad y lesión.
- La rehabilitación de enfermedades crónicas y degenerativas para el pronto restablecimiento del atleta en su deporte.

Existe otra diferencia muy importante entre la medicina del deporte y otras variantes de medicina, pues ciertas lesiones experimentadas durante la participación en pruebas atléticas, suelen ser producidas por circunstancias inherentes al respectivo desempeño atlético y en consecuencia, se caracterizan por una exposición a un traumatismo idéntico de carácter periódico, que hace probable una nueva lesión; por consiguiente, al condicionar al individuo para la participación en pruebas atléticas y al efectuar la rehabilitación después de una lesión, el objetivo final debe ser una función normal completa, hasta el mayor grado posible y en el lapso más breve factible. Los ejercicios utilizados en la medicina del deporte pueden ser:

ACONDICIONAMIENTO

Principios generales del acondicionamiento

Establecer un objetivo: debe consistir en lograr una aptitud óptima o cercana a ello, es indudable que el empleo apropiado de los ejercicios representa el factor individual más importante para prevenir lesiones deportivas, un ejercicio apropiado acrecienta la fuerza, la resistencia cardiovascular y la flexibilidad.

Seleccionar el programa apropiado: se debe elegir un programa que desarrolle las bases del cuerpo, poner especial atención a las zonas de mayor necesidad, sobre la base de los requerimientos del deporte en cuestión.

Principios de precalentamiento: los ejercicios de calistenia constituyen un buen precalentamiento, la temperatura de los músculos se eleva durante el trabajo a pesar de una circulación eficiente, lo cual, resulta quizá ventajoso para la función muscular.

Tolerancia al ejercicio: se debe adaptar todo entrenamiento al nivel de tolerancia del individuo. La tolerancia al ejercicio es el nivel, en el cual el cuerpo responde de manera favorable a la actividad deportiva. El nivel del ejercicio no debe ser tan elevado que el cuerpo no se haya recuperado por completo en 24 h o menos, es preferible alternar el trabajo con el reposo y se debe adaptar el ejercicio a la propia capacidad para recuperarse.

Sobrecargas progresivas: el plan de entrenamiento debe brindar una progresión hasta lograr un alto rendimiento o una aptitud óptima. Para mejorar el rendimiento es necesaria la sobrecarga, la cual consiste en extender el nivel de trabajo más allá del esfuerzo físico habitual, esto se logra al realizar ejercicios más prolongados, con mayor intensidad que la habitual o ambas, más adelante, a medida que los mecanismos fisiológicos se adaptan a la carga de trabajo, se aumenta la proporción del trabajo veloz con respecto al trabajo lento.

Dosificación: para obtener una adecuada reacción cardiovascular, la frecuencia cardiaca (FC) durante el periodo de ejercicios debe alcanzar un valor máximo de por lo menos 70% de su alcance posible. Si el ejercicio es lo bastante vigoroso para provocar una FC sostenida de 150 latidos/min o más, los beneficios del entrenamiento comienzan alrededor de 5 min después del ejercicio y continúa mientras se realice el mismo. Si el ejercicio no es muy vigoroso para producir o sostener una FC de 150 latidos/min o más, pero aún así es continua su requisición de oxígeno, debe

continuarse mucho más de 5 min, depende del periodo total de oxígeno consumido, en consecuencia, resulta evidente que la dosificación necesaria para producir un efecto de entrenamiento dependerá del estado del paciente.

Después de un ejercicio vigoroso, es preferible mantenerse en movimiento y no sentarse. El hecho de sentarse o recostarse permite que la sangre se acumule en grandes cantidades en las extremidades inferiores, esto priva al corazón de un retorno venoso suficiente, lo cual puede conducir a un síncope y a otros trastornos más graves. Es mucho más prudente enfriarse con lentitud, mientras se continúa algún movimiento erecto, como la marcha.

ÁREAS DE LA MEDICINA DEPORTIVA

Fisiología del ejercicio: es el estudio de las funciones del cuerpo humano mientras ejecuta sesiones breves de ejercicios o el estudio de los efectos acumulativos a largo plazo del ejercicio.

Cinesiología estructural o anatomía aplicada: es el estudio de la función y análisis del movimiento de los músculos y esqueleto (y sus articulaciones) del cuerpo humano, desde el punto de vista de las ciencias físicas.

Biomecánica o cinesiología mecánica: es la rama de la cinesiología que estudia los efectos que ejercen las diferentes fuerzas externas sobre cuerpos vivientes en estado de movimiento o reposo.

Antropología física (biotipología deportiva): es la clasificación de los diferentes tipos físicos (biotipo o somatotipo) observados en atletas que practican diferentes deportes.

Patología deportiva: es el deterioro de la estructura y funciones orgánicas y su efecto en el desempeño deportivo e incapacidades que afectan la participación efectiva en diferentes deportes. Incluye traumatología deportiva, es decir, la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de lesiones deportivas.

Psicología deportiva: estudia los efectos que produce el aprendizaje de destrezas motoras en la personalidad y carácter, y los efectos que pueden ocasionar el tipo de personalidad en la selección y participación de deportes.

Gimnasia terapéutica: es la aplicación de ejercicios o deportes específicos para mejorar la fuerza y resistencia muscular, flexibilidad y la capacidad cardiorespiratoria, luego de haber sufrido una lesión deportiva.

Higiene del deporte: es el conjunto de hábitos correctos de salud para proteger la salud del atleta y mejorar o mantener un óptimo desempeño deportivo.

Pruebas y evaluaciones deportivas: son las mediciones de las capacidades fisiológicas, evaluación de los componentes de la aptitud física y destrezas deportivas, y la aplicación de dichas evaluaciones al entrenamiento y acondicionamiento.

EFECTOS FISIOLÓGICOS DEL DEPORTE

Muchos son los beneficios y los efectos de los distintos tipos de entrenamientos, como así también sus adaptaciones (cambios a largo plazo) y las respuestas (modificaciones agudas e inmediatas de los sistemas) que provoca el ejercicio físico.

Entre las características de las adaptaciones generadas destaca la individualidad, que supone el hecho de que cada persona responde de manera distinta ante el estímulo del entrenamiento, otro sería el de la Capacidad Potencial, dada por la carga genética sumada esto a la condición física del sujeto, lo que determina la magnitud de la mejora fisiológica y sus adaptaciones. La efectividad de los programas dado por la especificidad y eficiencia de las propuestas y el resultado buscado u objetivos (salud o rendimiento deportivo) son otras de las cuestiones a tener en cuenta.

Adaptaciones del músculo

a) **Aumento del contenido de mioglobina:** específico de los músculos involucrados en el ejercicio, cuantitativamente relacionado con la frecuencia del ejercicio. Aspecto importante teniendo en cuenta que la mioglobina facilita la difusión de O_2 hasta la mitocondria.

b) **Mayor tasa de oxidación de carbohidratos:** El entrenamiento de la resistencia aumenta la capacidad del músculo de romper glucógeno con producción de ATP + CO_2 + H_2O, generando más energía. Las adaptaciones que contribuyen a esto son: el aumento del tamaño y número de mitocondrias de la musculatura esquelética. Así también se aumenta la actividad y concentración de enzimas involucradas en el Ciclo de Krebs, y el sistema de electrones.

c) **Mayor capacidad de oxidar grasas:** la utilización de grasas en trabajos de resistencia son relevantes, y en una determinada intensidad

submáxima una persona entrenada oxida más grasas y menos hidratos de carbono que una desentrenada. Esto supone una menor depleción de glucógeno y menor cúmulo de ácido láctico por tanto menos fatiga muscular. Los ácidos grasos libres (AGL) son transportados desde el citoplasma a la mitocondria por la carnitin-transferasa. El entrenamiento de la resistencia aumenta las concentraciones de esta enzima, como así otras enzimas comprometidas en el proceso de betaoxidación.

Efectos del entrenamiento de la fuerza

Cambios de las fibras musculares. La hipertrofia es la primera respuesta en relación al perfil muscular existente. Se produce el aumento de la sección de las fibras a causa del aumento de los filamentos de actina y de miosina añadidos a la misma.

Existen aumentos en los progresivos niveles de prestación de fuerza, de masa muscular y tono, con incrementos en la inhibición de los músculos antagonistas, en la excitabilidad de la motoneurona y en la activación de los músculos sinergistas. Los cambios en la composición corporal están dados por el descenso del porcentaje de grasas y el aumento de masa muscular, dependiendo del tipo de actividad (solicitación de esfuerzo requerida) y la ingesta calórica (cantidad, calidad y adecuación de los alimentos).

Adaptaciones cardiocirculatorias y pulmonares en el deporte

En el sistema cardiovascular se producen adaptaciones tanto en reposo post ejercicio como a intensidades submáxima y máximas. Algunas son:

- Aumento del tamaño del corazón dado por el aumento de la cavidad ventricular, con mayores volúmenes sistólicos y diastólicos, al largo plazo y en actividades de resistencia.
- El entrenamiento produce descenso de la frecuencia cardiaca de reposo (bradicardia). Influenciada por el sistema nervioso autónomo (disminución de la actividad simpática o aumento de la parasimpático o ambos), como así por el enlentecimiento del ritmo de descarga del nodo seno auricular.
- El volumen sanguíneo como la hemoglobina aumentan con el entrenamiento.

- Los niveles de tensión arterial descienden significativamente en especial en aquellos sujetos con valores al límite de la normalidad o que presentan hipertensión moderada (claros descensos en la media y en la diastólica).
- La diferencia arterovenosa aumenta ligeramente, a expensas de mecanismos de disociación de la hemoglobina, adaptaciones mitocondriales, mayores concentraciones de mioglobina.
- En esfuerzos submáximos el consumo de oxigeno (VO_2 MAX) puede ser menor tras el entrenamiento debido a mejoras en la eficiencia mecánica y/o metabólica.
- El aumento del volumen sistólico está asociado al aumento de la cavidad ventricular, y a una mayor contractilidad miocárdica.
- Después de un programa adecuado de entrenamiento la FC es menor durante la realización de un ejercicio submáximo (menor incidencia de las catecolaminas) en comparación con la FC de la misma intensidad antes de comenzar con el plan. De esta manera el miocardio necesita menos aporte de O_2 para un mismo gasto cardiaco.
- Durante el ejercicio se observa un aumento en la máxima ventilación (VE MAX) (pasa de 120 mL a 150 en comparación de sedentarios a entrenados), tanto por el aumento del volumen corriente como de la frecuencia respiratoria máxima.
- Aumento de la eficiencia respiratoria: menor cantidad de aire ventilado comparativo en entrenados y no entrenados, en especial en actividades prolongadas.
- El trabajo respiratorio alcanza los 25 a 30 en ejercicios intensos en sedentarios, descendiendo a casi 20 en los entrenados debido a mayor y mejor actividad ergonómica de la musculatura respiratoria, y disminución de las resistencias al flujo aéreo al ser los movimientos más profundos a pesar de la mayor frecuencia respiratoria.
- De forma global los volúmenes pulmonares experimentan un aumento, a expensas del incremento de superficies de intercambio alveolarcapilar mayor y más eficiente.
- Aumento de la capilaridad de hasta un 30% en especial en los primeros meses de entrenamiento.
- Mejoría en la resistencia a la insulina en diabéticos y en la tolerancia de la glucosa mediante el ejercicio.
- En el entrenamiento de la resistencia a elevadas intensidades son aumentadas las concentraciones hormonales, desarrollando mecanismos más efectivos para la unión de receptores de la función metabólica.

Aumento significativo de las hormonas anabólicas como lo son la testosterona, el cortisol, las hormonas de crecimiento debido al estímulo del sistema neuroendocrino.

- El nivel de activación de la unidad motora decrece al obtenerse mejor técnica más economía de movimiento, obteniendo como resultado global mayor eficiencia locomotriz y disminución del gasto energético.
- Aumento del tejido conectivo como consecuencia del entrenamiento de la fuerza, del tejido muscular y del porcentaje mineral óseo.

Factores específicos a incluir en un programa equilibrado de acondicionamiento

- Fuerza.
- Ejercicios de resistencia progresiva (ERP).
- Tensión muscular.
- Intensidad máxima de las contracciones.
- Resistencia.
- Estado metabólico.
- Flexibilidad.

REHABILITACIÓN EN EL DEPORTE

Una lesión deportiva típica es aquella que se produce con frecuencia en algún deporte o con un determinado ejercicio. La rehabilitación en el deporte tiene como principal objetivo reincorporar al deportista a su actividad física en el menor tiempo posible, alcanzando el mismo rendimiento y nivel competitivo desarrollado previo a la lesión. Las principales lesiones deportivas:

- Esguinces.
- Lesiones ligamentosas.
- Lesiones articulares.
- Lesiones musculares.
- Tendinopatías.
- Alteraciones posturales y biomecánicas.
- Lesiones de columna.
- Periostitis.
- Fracturas por estrés.
- Osteopatía de pubis.

- Desgarro muscular.
- Tendinitis bicipital.
- Lesiones microtraumáticas del astrágalo.
- Síndrome por compresión.
- Bursitis.
- Epicondilítis.

La rehabilitación puede estar inmersa en este problema y muchas veces se buscará solución no sólo a la secuela, sino al origen del traumatismo. La rehabilitación, con sus medios, tiene gran importancia, porque sirve para prevenir síndromes de inactividad, para ayudar a la curación por mejoría del tono e irrigación vascular.

En la medicina del deporte, los ejercicios se utilizan como una manera de cuidar la salud, mientras que en la rehabilitación constituyen una manera de curar. La similitud de técnicas, la planificación de ejercicios, la finalidad en cierta forma y la imbricación de sus métodos hacen que el fin deseado sea sólo una parte del contexto total.

En cuanto a similitud de técnicas, es cierto que se emplean los movimientos del cuerpo humano como práctica en ambas especialidades. Si se hacen estiramientos, se pueden emplear como forma terapéutica de recuperar una función, como medio de mantenimiento, o para dar mayor flexibilidad o elasticidad a los tejidos en el terreno deportivo. Cuando hay una lesión deportiva, la medicina de rehabilitación absorbe un porcentaje tan elevado de actuaciones, que hace que se trabaje en paralelo para la recuperación total del deportista y a veces es imposible diferenciar sus funciones.

La lesión deportiva se produce al practicar un deporte, no por ello se debe prescindir de él, sino evitar que se produzca la lesión, se debe vigilar al deportista en todos los niveles, lo mismo en un niño, un adolescente o un anciano, porque cada edad tiene su deporte.

Causas de la lesión

En la lesión deportiva existen varios factores involucrados:

- **Imprudencia:** el desconocimiento de técnicas para practicar un deporte es una buena fuente de lesiones.
- **Menospreciar el peligro:** por ejemplo, en el motociclismo, montañismo, entre otros, el riesgo y el desconocimiento de los fundamentos básicos,

no es el precio que se debe pagar para conseguir cualquier meta, ésta se puede obtener si eliminamos factores de lesión.

- **Desconocer las propias posibilidades:** se refiere al hecho de proseguir la realización de un deporte aun cuando se ha sobrepasado el umbral de fatiga. El temperamento y la madurez son características fundamentales para emprender o evitar riesgos, porque afectan a la fuerza y la resistencia de los tejidos. La fuerza comienza a disminuir entre los 30 a 40 años, la elasticidad musculotendinosa a los 30 años. El sistema óseo se debilita a partir de los 50 años, es frecuente la lesión en personas de edad que pretenden participar en las mismas prácticas que los más jóvenes.
- **Calentamiento:** los periodos insuficientes de preparación para entrenamiento o para competencia pueden conducir a lesiones, sobre todo de partes blandas.
- **Después de sobreesfuerzos:** cuando no son suficientes los periodos de recuperación, después de un entrenamiento intenso o en competencia, se corre el riesgo de lesiones.
- **Enfermedades actuales:** una enfermedad infecciosa o seudogripal aumenta el riesgo de complicaciones si se efectúan ejercicios.
- **Reposo:** si no se descansa lo suficiente, pueden sobrevenir lesiones.

EJERCICIOS DE REHABILITACIÓN EN LA MEDICINA DEL DEPORTE

Después de una lesión en el atleta la rehabilitación es un procedimiento que suele descuidarse, cualquier lesión que exija la abstención del atleta de las prácticas o las competencias por un periodo de 3 o 4 días, requiere una evaluación para determinar que la función no ha quedado deteriorada. Las mediciones de la fuerza, la flexibilidad, la resistencia y la coordinación, contribuyen en determinar la capacidad del atleta para volver en forma segura a las competencias.

Objetivo

Lograr una fuerza muscular bilateral equilibrada de los músculos antagonistas. Restaurar la función en la mayor medida posible en el plazo más breve. En la rehabilitación para una actividad deportiva vigorosa, después de una lesión, se debe seguir el principio de adaptación específica.

Este principio se refiere a la modificación de la estructura, a la función de

un órgano o una parte como resultado de una modificación del entorno, la adaptación es específica. La intensidad, la duración y la frecuencia de la actividad están relacionadas con la capacidad funcional que se desarrolla. La rehabilitación del atleta con una lesión implica, en lo esencial, restaurar la función muscular. La efectividad de la rehabilitación en el periodo de recuperación, después de una lesión, como de la intervención quirúrgica, suele determinarla el éxito de futuras participaciones en pruebas atléticas. Se deben tomar en cuenta los siguientes factores al formular la prescripción de los ejercicios:

- Ejercicio: se deben considerar tres factores principales al prescribir el ejercicio; su propósito, la forma de administrarlo y su relación con otros ejercicios que se podrían prescribir.
- Precauciones: deben incluir la preocupación por cualquier dolencia existente que pudiera modificar la reacción del individuo al programa de ejercicios.
- Duración: se debe examinar cada periodo de ejercicios y el tiempo total requerido para el programa.
- Intensidad: variará según la magnitud de la lesión, para la cual se prescriben los ejercicios; para las lesiones menores, la intensidad puede ser muy grande y de breve duración, en tanto que en un atleta con una lesión más grave, tendrá al comienzo una intensidad muy baja y después, a lo largo de un periodo de meses, ascenderá hasta un nivel alto antes de que se le autorice a competir de nuevo.
- Naturaleza del movimiento: se caracteriza por su velocidad, el método de cargas, la medida en la cual afecta la dinámica articular y el hecho de que se realice de manera bilateral y alternada.

Es recomendable efectuar una valoración previa antes de realizar un deporte, esto podría reducir regios, lesiones o detectar patologías que puedan poner en riesgo la salud del deportista:

- Expediente médico.
- Arcos de movilidad, composición corporal, grasa corporal, circunferencia abdominal, postura y capacidad cardiovascular.
- Revisión ortopédica.
- Revisión ocular.
- Exploración dental.

- Pruebas de laboratorio.
- Examen médico que permita la participación atlética.
- Electrocardiograma y si es posible prueba de esfuerzo.
- Radiografía de tórax.
- En patologías pulmonares espirometría.

Estos datos pueden utilizarse para establecer objetivos a corto y largo plazo después de una lesión, el terapeuta o médico del deporte puede establecer objetivos como aumentar la fuerza al 80% del nivel previo de la lesión o recuperar por completo el estado previo a la lesión. También se pueden llevar a cabo evaluaciones subsecuentes para identificar de manera objetiva el progreso en el estado del atleta.

El atleta o deportista debe tener conocimientos sobre programas de acondicionamiento fuera de temporada, biomecánica, dieta y nutrición, psicología deportiva y técnicas de prevención y procedimientos de tratamiento de lesiones.

Uno de los problemas más comunes en los atletas o deportistas son los calambres que están asociados al calor, agotamiento y a la insolación. Otro problema es debido al calor que se produce principalmente cuando la humedad y el calor son elevados: el cuerpo comienza a absorber calor a un ritmo mayor que el de la expulsión de calor por medio del sudor y la evaporación. Cuando se produce esta absorción de calor, el atleta corre el riesgo de presentar un accidente térmico.

Los rayos son otro fenómeno atmosférico, la energía empírica que debe seguirse cuando se hace deporte durante una tormenta en que si entre el momento en que se ve el rayo y el momento en que se oye el trueno pasan menos de 15 seg es conveniente posponer la competición deportiva, un rayo puede alcanzar a una persona a una distancia de unos 5 km.

Las lesiones pueden evitarse con la ropa y el equipo adecuado. El objetivo de la rehabilitación es el regreso del deportista lesionado a su nivel previo de competición en la mayor brevedad posible. El mejor método para lograrlo consiste en llevar a cabo una evaluación inicial exhaustiva, y empezar de manera inmediata un programa de rehabilitación individual de acuerdo con las características de la lesión y del deportista.

El ejercicio terapéutico apropiado ayuda al deportista a aumentar su fuerza y energía, mejora su propiocepción y cinestesia, aumenta su amplitud de movimiento y mejora su resistencia muscular y cardiovascular, así como su nivel de relajación. Estructura de un programa

de rehabilitación deportiva:

- Utilizar una gran variedad de técnicas de ejercicio.
- Cambiar de manera constante el programa de ejercicios para combatir el aburrimiento.
- Asegurarse que las áreas del cuerpo no afectadas siguen en buenas condiciones físicas para reducir el riesgo de incurrir en otras lesiones cuando el atleta vuelva a la competición.
- Fijar objetivos realistas para los deportistas con una reevaluación y modificación constantes de los objetivos y el programa de tratamiento.
- Hacer que el deportista siga un programa terapéutico en casa, así como una terapia en clínica y el programa de entrenamiento atlético.

La aplicación de hielo produce una disminución del ritmo metabólico y por tanto disminuye las necesidades de las células de oxígeno y nutrientes. A su vez, esta reducción de necesidades disminuye el flujo sanguíneo, el edema y la fatiga muscular. También se aprecia una disminución del dolor. La aplicación de frío puede realizarse de diferente manera entre los cuales: compresas de hielo, masaje con hielo, y baños de agua fría a 1.3 °C, toallas frías.

La compresión puede llevarse a cabo con cintas, vedas, mangas de compresión, ejercicio, masaje o compresión intermitente. El propósito de la compresión es mejorar el retorno venoso y linfático, normalizar la presión osmótica y minimizar la acumulación de líquidos en el espacio intracelular y de este modo minimizar el edema en el lugar de la lesión. La elevación de la parte afectada también puede servir.

Una vez efectuado el tratamiento se tiene que hacer una reevaluación del deportista a modo de poder revisar los objetivos del tratamiento a corto plazo (2 a 4 semanas) y ver los objetivos a largo plazo.

Las aplicaciones calientes y frías, diatermia y ultrasonido, iontoforesis, electro estimulación y compresión neumática, son modalidades que pueden utilizarse para lograr objetivos a corto plazo. Otras formas son el masaje, la movilización, los dispositivos de movilización pasiva y la tracción. El ejercicio es la parte más importante del programa de rehabilitación. Los principales objetivos de ejercicio en esta etapa recuperatoria son: a) Mantener o facilitar el funcionamiento normal sin agravar la lesión; b) disminuir el edema por medio de contracciones musculares activas o isométricas, rítmicas estimulando así el retorno

venoso.

Los objetivos a largo plazo (más de cuatro semanas) hasta lograr un nivel de funcionamiento óptimo. El ejercicio terapéutico se utiliza para aumentar la fuerza, agilidad, velocidad, energía, amplitud de movimiento, retroalimentación sensorial, postura, resistencia, coordinación, equilibrio, relajación y otras aptitudes psicológicas de entrenamiento.

A medida que progresa el programa de tratamiento a largo plazo hay que ver si el deportista puede volver a la competición con seguridad y en caso afirmativo cuándo puede hacerlo.

Esta decisión debe tomarla el médico del deporte, el fisioterapeuta, el entrenador y el deportista. Deben revisarse los resultados de la reevaluación junto con las necesidades físicas específicas que con lleva el deporte y la posición de juego del deportista, y así determinar si los niveles de recuperación y funcionalidad son los adecuados para volver con seguridad. Los factores que influyen en los objetivos de la rehabilitación son los siguientes:

- Tipo de deporte: necesidades que dicho deporte impondrá a la lesión y posición de juego.
- Tiempo restante de la temporada: principio frente a la final de temporada y partidos después temporada.
- Otros deportes de participación: prioridad de estos deportes.
- Reglas del deporte: relación con lesiones y sustituciones, equipo de protección.
- Influencias ajenas al deporte: opción a becas e implicación de padres o entrenadores en la recuperación.
- Personalidad del deportista: motivación intrínseca y extrínseca.
- Cooperación y seguimiento del programa; competitividad y umbral del dolor.
- Tipo de lesión: esguince, contusión, fractura y lesiones secundarias.
- Gravedad de la lesión: cantidad y grado de la disfunción.
- Tipo de tratamiento y rehabilitación: necesidad de intervención quirúrgica incluyendo precauciones, contraindicaciones y complicaciones. Rapidez para controlar el dolor e hinchazón iniciales. Tipo de procedimiento quirúrgico.

PSICOLOGÍA DEPORTIVA

Las lesiones y la enfermedad producen muchas reacciones emocionales,

por tanto, se debe comprender y desarrollar la personalidad del paciente. Los deportistas presentas diferencias en lo que respecta a umbral del dolor, cooperación y seguimiento de un programa, competitividad, rechazo de la incapacidad, depresión motivación, extrínseca e intrínseca, ira, miedo, culpabilidad y capacidad para adecuarse a la lesión. Además de ocuparse del aspecto mental de la lesión, la psicología en el deporte también puede utilizarse para mejorar el rendimiento deportivo.

La gravedad de la lesión junto con el tipo de tratamiento y rehabilitación instaurados, influirán en los objetivos a corto y largo plazo. El grado de dolor, hinchazón y disfunción; la necesidad o no de recurrir a la cirugía y la insistencia de precauciones, complicaciones o contraindicaciones del tratamiento pueden producir modificaciones en los objetivos. En conclusión:

- El mejor tratamiento es evitar que las lesiones ocurran.
- Llevar a cabo una evaluación rápida pero exhaustiva, para fijar objetivos de rehabilitación inmediata y realizar un programa de tratamiento.
- La forma más eficiente y eficaz de rehabilitación es el ejercicio terapéutico.
- Los objetivos después de la lesión se basan en la recuperación del nivel previo de competición del deportista tan rápido como sea posible.

EJEMPLOS DE PROCEDIMIENTOS ESPECÍFICOS DE REHABILITACIÓN

Rehabilitación después de lesiones del hombro en atletas

Rehabilitación precoz: en este estadio, los músculos rotatorios se ven comprometidos por su estado subagudo y posquirúrgico. Se indican los siguientes ejercicios:

- Ejercicios de calentamiento.
- Ejercicios de Codman.
- Levantamiento desde la plataforma con soporte.
- Soportes de arranque.

Rehabilitación intermedia: empieza a notarse una notable respuesta

muscular; se indican los siguientes ejercicios:

- Círculos con barras de pesas livianas.
- Levantar las barras desde el banco.
- Remo vertical.
- Dispositivo de tracción hasta la parte posterior del cuello.

Rehabilitación avanzada: se puede incrementar la resistencia muscular por la avanzada respuesta de los músculos; se recomiendan los siguientes ejercicios:

- Pesas alternadas o levantamientos detrás del cuello.
- Pesas de plataforma, pesas inclinadas o inclinación en barras paralelas.
- Se aumentará el peso de manera progresiva.
- Los ejercicios de rehabilitación en la medicina del deporte se evaluarán con respecto a la lesión y el grado de la misma.

LESIONES MÁS COMUNES EN LOS DEPORTISTAS

Lesión del Lábrum

El lábrum es el tejido del hombro que rodea al glenoide, que es la copa del hombro; el húmero es la cabeza y la copa está adentro. Es una lesión muy común en los jugadores de básquet por el impacto de los brazos y donde el lábrum puede desprenderse. Se resuelve por vía artroscópica, por dos o tres huecos pequeños. Pueden demorar de 3 a 4 meses para reincorporarse a la actividad.

Lesión de codo

La mayoría de las lesiones de codo se deben al gran esfuerzo mecánico que se produce al final de la fase de preparación del lanzamiento e inicio de la fase de aceleración. Durante estos movimientos, en los que se produce un alto esfuerzo en valgo y un rápido movimiento en extensión de codo se produce:

- Un alto sobre esfuerzo tensional en el compartimento interno (ligamento lateral medial, nervio cubital, conjunto flexor/pronador, apófisis del epicóndilo medial).
- Grandes fuerzas de cizalla sobre el compartimento posterior donde se

localiza el olecranon y fosa olecraneana.
- Fuerzas compresivas en el compartimento lateral justo en la articulación radio humeral.

Esta es la base fisiopatológica del síndrome de sobrecarga valgo-extensora de las lesiones de codo más comunes entre los lanzadores.

La posición extrema en valgo que se produce sobre la articulación del codo es estabilizada principalmente por el haz anterior del ligamento colateral medial. El gran estiramiento y esfuerzo al que está sometido el ligamento en esta posición puede ocasionar una lesión aguda con ruptura de éste, o en un cuadro crónico en el que lesiones repetitivas de menor extensión ocasionan una inestabilidad del compartimento medial del codo, exponiendo al resto de las estructuras a un mayor estrés mecánico.

El conjunto de la musculatura epitroclear puede verse sobrecargado y lesionado en estas situaciones de inestabilidad y en casos de deportistas en etapa de crecimiento la fuerte tracción de esta musculatura puede desembocar en una apofisitis epitroclear. El nervio cubital, en su paso por la fosa olecraneana, puede verse irritado y provocar una neuritis cubital. En el compartimento postero medial pueden observarse en ocasiones osteofitos, fracturas por estrés del olecranon, osteocondritis, entre otras.

FASES DE LA REHABILITACIÓN

Etapa I:

- Ejercicios de estiramientos con asistencia del terapeuta.
- Flexión y extensión del codo en posición neutra.
- Flexión y extensión del codo con la muñeca en flexión palmar.
- Flexión y extensión del codo con la muñeca en flexión dorsal.
- Pronación y supinación del codo con la muñeca en flexión palmar.
- Pronación y supinación del codo con la muñeca en flexión dorsal.
- Realizar dos series de 10 repeticiones para cada ejercicio en la primera semana.
- Realizar tres series de 15 repeticiones para cada ejercicio en la segunda semana.

Objetivo: crear la adaptación necesaria para implementar los ejercicios resistidos.

Etapa II

Una semana de:

- Ejercicios de estiramientos con la ayuda del terapeuta.
- Flexión y extensión del codo en posición neutra.
- Flexión y extensión del codo con la muñeca en flexión palmar.
- Flexión y extensión del codo con la muñeca en flexión dorsal.
- Pronación y supinación del codo con la muñeca en flexión palmar.
- Pronación y supinación del codo con la muñeca en flexión dorsal.
- Realizar cuatro series de 20 repeticiones para cada ejercicio.

Objetivo: arco articular completo.

Tres semanas de:

- Ejercicios de fortalecimiento resistidos con la aplicación de pesos igual a la semana anterior.
- El aumento de peso se realizará de forma gradual tomando en cuenta la evolución del deportista.

Objetivo: aumentar la masa y fuerza muscular para lograr la estabilidad articular necesaria.

Fase III

Realizar el mismo proceso que en la fase II manteniendo los valores máximos de fuerza obtenidos y continuar incrementándolos.

Objetivo: alcanzar la fuerza máxima, la flexibilidad y amplitud articular.

Epicondilitis o tendinitis

Es una lesión muy común y mejor conocida como **codo de tenista** o **de golfista**, según dónde esté ubicado el daño. En el caso del codo de golfista se lesiona el lado interno, mientras que en el del tenista, se lesiona la parte externa. Si el paciente no mejora con el tratamiento de férula, con la modificación de su actividad o con un fortalecimiento puede someterse un tratamiento mínimo invasivo con ultrasonido, donde se hace resección del tejido malo, con aspiración o succión del mismo. La recuperación es mucho más rápida que en la cirugía tradicional, además de ser muy

dolorosa.

Esguince de las articulaciones interfalángicas de los dedos de la mano

Los dedos de la mano se lesionan frecuentemente con deportes como el rugby, el básquetbol, voleibol o en cualquier actividad donde hay un impacto con el balón o con otro deportista, como en el caso del judo. El tratamiento varía muchísimo, pues depende si se trata de un esguince, una avulsión de tendón, si es palmar o dorsal, extensor o flexor, entre otros.

Ligamentos cruzados

Es la lesión más conocida y frecuente en futbolistas. Para sanarla se necesita hacer una reconstrucción del ligamento con tejido cadavérico, proveniente de un banco de huesos. Todo se realiza por vía artroscópica y no hay túneles en la tibia, lo que acelera mucho la recuperación del paciente y reduce por completo el dolor.

Esguince de tobillo

Puede ser una lesión mínima que mejora a los pocos días, o que empeora, todo depende del cuidado. Es importante inmovilizar al paciente con una férula donde puede apoyar su peso. En casos más graves, se le debe colocar una bota de yeso y en casos más aislados se le efectúa una cirugía para reparar o reconstruir los ligamentos del tobillo.

BIBLIOGRAFÍA

Mazzoleni S *et al*.: Whole-body isometric force/torque measurements for functional assessment in neurorehabilitation: platform design, development and verification. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 2009.

Nashner LM *et al*.: Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular Neuroscience. Journal of Neuroscience, 1982; 2: 536-544.

Olmo J *et al*.: Knee flexion and extension strength and H/Q ratio in high level track and field athletes. Isokinetics and Exercise Science: Tel Aviv,

Israel; 2006;14: 279-289.
Rochcongar P: Isokinetic thigh muscle strength in sports: a review. Ann Readapt Med Phys; 2004;47 (6): 274-81.
Rodríguez Rodríguez LP, Gusi Fuertes N: *Manual de prevención y rehabilitación de lesiones deportivas*, España: Editorial Síntesis, 2002.
Valente JP: Towards Symbolic Data Mining in Numerical Time Series. Lecture Notes in Computer Science, Research and Development in Intelligent Systems. Springer Verlag, 2004.
Webster KA *et al*.: Functional rehabilitation interventions for chronic ankle instability: a systematic review. Journal Sport Rehabiltation, 2010.

CAPÍTULO 17

Ortesis y prótesis

ORTESIS

Una ortesis se define como un dispositivo mecánico que ejerce fuerzas sobre un segmento del cuerpo. Se pueden clasificar en cuatro tipos según su función:

1. **Estabilizadoras o de soporte (estática):** mantienen una posición e impiden movimientos indeseados, por lo que se pueden utilizar en parálisis fláccidas o espásticas si el objetivo es actuar como soporte de un segmento paralizado, o para disminuir la amplitud articular de un segmento inflamado y doloroso. El grado de inmovilización deseado varía según el tipo de ortesis utilizado.
2. **Funcionales:** también llamadas dinámicas, ya que llevan incorporado un elemento elástico, un dispositivo hidráulico o electrónico que permite movilizar un segmento de un miembro paralizado.
3. **Correctoras:** pueden ser dinámicas o estáticas indicadas para corregir una deformidad esquelética. Son más efectivos si se utilizan durante el desarrollo infantil.
4. **Protectoras o estáticas:** para la descarga o alineación de un miembro.

Efectos secundarios

La ortesis estabilizadoras, por su propia función inmovilizadora, siempre producirán efectos atrofiantes de la musculatura inmovilizada además de rigidez articular secundaria al déficit de movimiento (las estructuras celulares intraarticulares precisan movimiento para recibir aporte nutricional). Dichas alteraciones pueden crear un serio obstáculo para la posterior recuperación del paciente, al producirle lesiones a veces superiores a las iniciales. Asimismo, pueden producir irritaciones o úlceras cutáneas por excesiva presión del aparato, así como compresiones

nerviosas.

Para prevenir estos efectos secundarios es fundamental ceñirse a las indicaciones de las ortesis, y efectuar un seguimiento estrecho del paciente buscando señales de alarma como son: dolor espontáneo o a la movilización pasiva de la articulación, anestesia, ausencia de pulsos periféricos, edema y pérdida de volumen muscular, o deformidad fija. Se explicará claramente al paciente cómo, cuándo y durante cuánto tiempo debe usar la ortesis para evitar el error en su aplicación o el incumplimiento en el tratamiento.

Indicaciones

La indicación de una ortesis debe basarse en el análisis biomecánico del arco de movimiento que se desea limitar, teniendo muy definido el objetivo a conseguir.

Las ortesis estabilizadoras de mayor aplicabilidad en AP, por incidencia de patología y facilidad de aplicación, son las utilizadas en el tratamiento de las patologías de columna cervical y lumbar, codo, muñeca y tobillo, además de las plantillas y cazoletas talares mantienen la alineación de un miembro enfermo o lesionado.

Todos los artefactos exoesqueléticos se denominan **ortesis**. Se trata de un término muy amplio que incluye tensores, entablillados, calibradores, dispositivos e instrumentos auxiliares. Estos artefactos se describen cuando aluden a:

- Las articulaciones a las que circundan.
- La abreviatura de cada nombre articular en una sola letra.
- El empleo de combinaciones de símbolos para indicar el control deseado de la función designada.

La ortesis puede construirse con un metal delgado, plástico moldeable con calor, así como resinas o pasta.

Objetivos de las ortesis

- Recuperación de la función.
- Prevención de las deformidades.
- Rehabilitación muscular.
- Protección cutánea (compresión de cicatrices).

- Estabilización de las articulaciones.
- Control del movimiento.

Clasificación:
- Ortesis estáticas.
- Ortesis dinámicas.
- Ortesis semidinámicas.

Clasificación funcional:
- Ortesis estabilizadoras o de soporte.
- Ortesis funcional.
- Ortesis correctoras.
- Ortesis protectoras.

Características de las ortesis estáticas:
- No permiten movimiento y ayudan a permanecer una postura permitiendo el reposo.
- Estabilizan las articulaciones impidiendo un movimiento indeseado.
- Estabilizan las extremidades para que puedan soportar peso.
- Debe inmovilizarse sólo la articulación cuyo movimiento desea impedirse.
- Debe moldearse a los contornos anatómicos y evitar presiones sobre reparos óseos y paquetes neurovasculares.

Usos de las ortesis estáticas:
- Se utilizan en segmentos distales de las extremidades. (antebrazo-mano; pierna-pie), por lesión de nervio periférico o ruptura tendinosa.
- Se utiliza como soporte rígido de fracturas, tendinitis, inflamación de partes blandas.
- Parálisis fláccidas, espásticas.
- Articulaciones dolorosas.
- Anormalidades congénitas.

Ortesis dinámicas o funcionales:
- Permiten o facilitan el movimiento.
- Principalmente se utilizan para asistir un músculo debilitado.
- Guían, resisten o limitan movimientos específicos y previenen movimientos determinados.

- Es importante definir el límite del movimiento deseado.
- Se utilizan fuerzas internas (acción muscular) o fuerzas externas (bandas, resortes, barras de tensión, elásticos).

Ortesis semidinámicas:
- Dispositivo que no permite movimiento, pero coloca a las partes en posición óptima para que funcionen en grado óptimo.
- No utiliza fuerzas externas (bandas o resortes).

Indicaciones: alteraciones musculoesqueléticas postraumatismo:
- Tendinitis.
- Fracturas.

Patologías neuromusculares:
- Corrección de posturas.
- Evitar deformidades.

Contraindicaciones:
- Erosión en la piel (alteración de sensibilidad).
- Roce en bordes por pliegues de flexión.
- Dermatitis por contacto o sudoración.

Finalidad de las ortesis

Las ortesis se utilizan para:

- **Colaborar:** ayuda en el movimiento; por lo general, incorpora un método de almacenamiento y alivio de la energía en un tiempo deseado.
- **Resistir:** en ocasiones es necesario reducir el movimiento o movimientos corporales. Las ortesis pueden restringir o resistir los movimientos, al agregarle fricción al movimiento articular ortésico.
- **Alinear:** la alineación de las articulaciones lesionadas por artritis o una curvatura anormal de la columna, puede lograrse mediante ortesis.

Tipos de ortesis

Ortesis estáticas

Aparatos estáticos para el hombro: el entablillado aéreo es un ejemplo clásico de un aparato de posicionamiento estático aplicado al hombro.

Mantiene al brazo en una abducción aproximada de 90º y no permite que se produzca un movimiento glenohumeral. Se adhiere a la pared torácica mediante tiras o bandas elásticas y se compone de metal o pasta.

Aparatos estáticos del codo: se utilizan sobre todo en el codo para aumentar la amplitud de movimiento, ya sea en la flexión o en la extensión. Se contornean de manera que las tiras ejerzan fuerza sobre el brazo y el antebrazo, para obtener el aumento deseado de la amplitud de movimiento. También pueden aplicarse para evitar contracturas anticipadas luego de quemaduras en la región del codo.

Artefactos estáticos de la muñeca: en la muñeca la ortesis estática se utiliza de modo común para proporcionar una inmovilización.

Ortesis estática de la mano: su diseño varía de acuerdo con su propósito. Puede emplearse para inmovilizar las articulaciones digitales o para aumentar su funcionamiento, se sujetan los dedos en una posición favorable. La ortesis consta de una banda metálica o plástica que corre sobre el dorso de la mano, desde el pulgar hasta la superficie palmar del cuarto metacarpiano. Cada ortesis de mano tiene sobre la cara palmar una tira alrededor de la superficie dorsal, de esta manera se evita que ésta se deslice mediante una tira alrededor de la superficie dorsal y abarque a la muñeca.

Ortesis estática de los dedos: estas ortesis pueden estabilizar las articulaciones interfalángicas o las combinaciones de ellas. Con frecuencia se construyen con acero inoxidable en la forma de anillos completos o parciales, ajustados con barras metálicas angostas. Se puede prevenir la hiperextensión de una articulación interfalángica inestable y se estabiliza con uno de estos aparatos.

Ortesis funcionales

Mejoran la función mediante el empleo de elevadores, poleas, articulaciones móviles o movibles y artefactos de almacenamiento externo de potencia, como elásticos y bandas de goma.

Ortesis funcional del hombro: eran al respecto complejas en los sistemas exoesqueléticos y se descartó su empleo, debido a que eran difíciles de manejar y de adaptar, pues proporcionaban sólo una función adicional limitada.

Ortesis funcional del codo: se pueden utilizar bandas de goma y elásticas para colaborar en la flexión y la extensión. Por lo general, la extensión puede lograrse mediante el empuje de la gravedad y sólo se

necesita ayuda en la flexión, cuando la fuerza del músculo flexor del codo es menor que la antigravedad, además se utiliza alguna ayuda para flexionar el codo. La ortesis también debe incorporar un mecanismo de cercamiento en el codo, para mantener una posición funcional práctica para soportar cargas.

Ortesis funcional de la muñeca: se utiliza en pocas ocasiones sin una ortesis de la mano. En caso de necesitarse colaborar sólo en la extensión de la muñeca, se puede realizar mediante un canal volar plástico o metálico en el antebrazo, adherido con tiras adherentes alrededor del dorso del antebrazo.

Ortesis funcional de la mano: puede construirse mediante el empleo de una ortesis simple de mano como base y agregar uno o más aparatos auxiliares específicos, o especiales. Un pulgar giratorio es una pinza de medio anillo alrededor de la falange proximal del pulgar, cuyo brazo gira desde un punto cercano a la cabeza del segundo metacarpiano, hasta permitir que el pulgar se balancee en un arco fijo, hacia la oposición de la extensión y la abducción. Los elásticos deben ubicarse de cierta manera para llevar las falanges proximales hacia su extensión en la articulación metacarpofalángica y para permitir una amplitud completa de flexión de los dedos.

Ortesis espinal

Una ortesis espinal no puede prescribirse de manera apropiada, sin una comprensión correcta de la anatomía, la kinesiología, la biomecánica y la fisiopatología del trastorno que se trata. El tensor espinal se utiliza para disminuir el dolor, para protección de lesiones posteriores, para ayudar a los músculos débiles y para prevenir o ayudar a corregir una deformidad. También deben considerarse los efectos negativos de la ortesis espinal. La atrofia muscular y la debilidad pueden resultar del empleo de una ortesis espinal, mediante la reducción de la cantidad de actividad muscular, la cual se necesita para mantener el apoyo del tronco. El control del movimiento de una ortesis puede promover contracturas en la zona inmovilizada.

Ortesis cervical

Los artefactos ortésicos cervicales son más eficaces para limitar la flexión y la extensión; incluso con la ortesis cervical más efectiva, la inclinación lateral puede restringirse sólo 50% del movimiento normal y la rotación

20% de la normal. Si la ortesis se ajusta demasiado, el paciente la aflojará o la rechazará por completo. A continuación, se mencionan los tipos de ortesis cervical:

- **Collarín blando de espuma:** proporciona restricción de movimiento, en su mayoría por medio de una retroacción sensorial y una memoria para limitar el movimiento del cuello y la cabeza, que por un mecanismo real de restricción del movimiento.
- **Collarín firme de plástico:** con apoyos rígidos de plástico, anteriores y posteriores (collar de Philadelphia), limita el movimiento cervical anteroposterior alrededor de 30% de lo normal.
- **Collarín rígido de polietileno con soportes mandibulares y occipitales:** muestra una eficacia similar para limitar el movimiento anteroposterior del cuello. Este collar puede ser bastante incómodo.
- **Apoyos rígidos:** un tipo de ortesis más rígida, fabricada con elevadores metálicos, puede clasificarse como una "aplicación de rótulo". Este aparato ortésico de cuatro rótulos (collarín de Thomas), consta de una barbilla y una pieza occipital conectadas con cuatro elevadores a la placa torácica esternal y posterior. Esta ortesis permite un movimiento sagital de 5 a 21% de lo normal, una rotación de 27% de la normal, y una inclinación lateral de 46%.

Ortesis toracolumbosacra

Son las que abarcan desde las vértebras torácicas hasta las sacras. Se prescriben con mayor frecuencia que las ortesis cervicales y sus diseños para cada tipo son muy variados. Ningún tensor provoca una inmovilización real, sólo tiende a restringir el movimiento interespinoso y ningún aparato ortésico puede controlar por completo el movimiento sagital o lumbosacro axial. Si un aparato ortésico ha de ser eficaz, debe proporcionar suficiente presión localizada sobre las prominencias óseas, para provocar una incomodidad suficiente, como para recordarle al paciente que utiliza la ortesis, que cambie o mantenga su posición en el aparato. Una de las funciones principales de un soporte lumbar, incluido corsés y tensores rígidos, es la compresión abdominal. El soporte lumbosacro al ajustarse dentro del nivel de tolerancia del paciente, disminuye la presión intradiscal en la columna lumbar en cerca de 30%. Pueden clasificarse como corsés, tensores rígidos, tensores de hiperextensión y chaquetas. Todas las ortesis espinales, a excepción de la

de hiperextensión, proporcionan soporte abdominal.

Corsés: están hechos de lona con soportes de acero rígidos. El corsé puede ser lumbosacro (LS) o toracolumbosacro (TLS). El acero puede ser rígido o semirrígido. El propósito principal del corsé es proporcionar apoyo abdominal. El acero sirve para brindar soporte, así como proporcionar una estimulación dolorosa si el paciente se apoya en la parte lateral del aparato, sirve para recordar al paciente que mantenga la postura adecuada.

Ortesis lumbosacras (LS): es el tensor rígido más conocido. Consta de dos elevadores paraespinales y dos en la línea axilar media, puede tener un corsé anterior o un delantal de enlace lateral, además se crea para controlar la flexión, la extensión y el movimiento lateral.

Ortesis toracolumbosacras (TLS): existen dos tipos principales, la más común es la ortesis Taylor, la cual se construye para restringir la flexión y la extensión. La férula del respaldo con una almohadilla en cuerno de vaca o esternal, la cual transmite presión por medio del esternón, mediante el cual la fuerza se transmite a través de un cinto pectoral que se adhiere al eje espinal, sólo mediante músculos y articulaciones esternoclaviculares. Proporciona una mejor inmovilización lumbosacra y torácica que un tensor. Se debe destacar que los aparatos ortésicos sólo limitan de modo parcial, en vez de inmovilizar la columna. Se deben considerar las ortesis espinales como artefactos temporales. Al mismo tiempo que se prescribe un aparato ortésico, se debe trazar un plan de tratamiento rehabilitador para hacer el intento de liberar al paciente de la necesidad de la ortesis en el futuro.

Ortesis de la extremidad inferior

Ortesis para insuficiencia esquelética y articular: el diseño de esta ortesis proporciona una alineación correcta de los huesos y articulaciones, además limita el soporte de peso de la extremidad inferior por medio del sistema esquelético.

Ortesis isquiática de soporte de peso: se crean para transmitir fuerza desde el isquion a la ortesis y por medio de la ortesis al suelo. Constan de barras estándares de acero inoxidable, conectadas a los soportes en la parte inferior mediante un estribo, el cual con frecuencia se asegura a una placa de acero simple, que se extiende a la zona de la cabeza metatarsiana. Se puede añadir un oscilador o un asiento.

Ortesis de soporte del tendón patelar: se creó para transmitir la mayor

parte de la fuerza desde la rodilla, a través de la zona del tendón patelar al puño y desde allí, mediante el soporte y el calzado al piso, para facilitar el vestido. El puño de soporte del tendón patelar es bivalvular y debe cerrarse mediante una bota *DS Ski* rígida, para evitar la flexibilidad que se encuentra con el cuero blando o velcro, lo que disminuye la función de soporte de peso de la ortesis. Para un empleo eficaz de la zona de soporte del tendón patelar, se debe flexionar el puño cerca de 10° en relación con los soportes.

Ortesis de soporte de peso para mantener y corregir la alineación articular: el diseño de las ortesis empleadas con este propósito es el mismo que el de las ortesis isquiáticas y de soporte de tendón patelar, se modifica para mantener la alineación y estabilidad articular. La fuerza de corrección debe aplicarse de manera medial a la rodilla y oponerse a dos fuerzas, una aplicada al miembro por encima de la rodilla y la otra por debajo. La fuerza correctiva puede aplicarse mediante una almohadilla de presión al lado medio, pero es mejor si se agrega una envoltura de plástico, la cual se extiende desde abajo, hasta inmediatamente por encima del nivel de la rodilla.

Ortesis de tobillo y pie: éstas son las ortesis utilizadas con mayor frecuencia. Las razones para su prescripción son que proporcionan:

- Estabilidad medio lateral en tobillo durante la fase postural, para evitar una deformación inadvertida del tobillo.
- Mejora, de los dedos del pie durante la fase de balanceo, para prevenir su arrastre y traspiés o caída.
- Estimula el despegue durante la última parte de la fase postural, aproximándose así a una marcha más normal y reduce de esta manera el gasto de energía.

Ortesis de la rodilla y el tobillo: estas ortesis deben proveer las siguientes funciones biomecánicas durante la fase postural:

- Estabilidad mediolateral en el tobillo.
- Estabilidad de la rodilla, en los casos en los cuales la ortesis de pie y tobillo es inadecuada para controlar la rodilla.
- Estimular el despegue durante la última parte de la fase postural, si se le equipó con un limitador anterior de dorsiflexión, así como con una placa rígida que se extiende a la zona de la cabeza metatarsiana.

PRÓTESIS

Aparato externo usado para remplazar total o parcialmente un segmento de un miembro ausente o deficiente. Se incluye cualquier aparato que tenga una parte en el interior del cuerpo por necesidades estructurales o funcionales.

Objetivos:

- Sustituir una parte del cuerpo que haya sido perdida por amputación o que no exista a causa de agenesia (falta de desarrollo), cumpliendo las mismas funciones que la parte faltante.
- Utilizar con fines estéticos o para suplir al cuerpo de funciones de las que carece de manera natural.
- Restaurar funcionalidad perdida a causa de la amputación o de alguna malformación congénita.
- Recuperar la imagen y la autoestima.
- Reinstauración parcial del centro de gravedad.

Prescripción del aparato protésico:

- Características, exigencias y necesidades del paciente.
- Existen dos elementos de importancia básica que es necesario valorar ya que inciden, de forma fundamental, en el proceso de aplicación de la prótesis; la adecuación del muñón y las condiciones generales del usuario.

También es importante considerar lo siguiente:

- El estado psíquico y la motivación del paciente.
- El tipo de amputación.
- Nivel de la amputación.
- La edad del paciente.
- Equilibrio, visión, peso, estado físico.
- El ambiente en el cual vive el paciente.
- El eventual desarrollo de actividades laborales o recreativas del paciente.
- Condiciones del muñón.

Características específicas del muñón:

- Potencia muscular.
- Buen estado de la piel.

- Cicatriz correcta.
- Buena circulación arterial y venosa.
- Biselado correcto de los segmentos óseos.
- Ausencia de edema en el muñón.

Contraindicaciones:
- Hematomas.
- Infección.
- Necrosis de piel.
- Miembro fantasma.
- Edad.
- Lesiones por fricción.
- Debilidad o atrofia muscular.
- Retracción muscular.
- Rigidez articular.
- Dificultad de retorno venoso.

Tipos de prótesis según su función

Prótesis pasivas:
- Tipo de prótesis cuya función básica es la estética o la cosmética.
- Sirven para restablecer el aspecto exterior (imagen corporal).
- Deben satisfacer las exigencias del paciente con respecto a la conformación, aspecto, confort y peso de la prótesis.

Prótesis activas:
- Prótesis de brazo activada por tracción.
- Llamadas prótesis activas de fuerza propia.
- Utilizan sistemas de cables comandados por movimientos del muñón o de la cintura escapular (ante pulsión del hombro, abducción escapular).
- Está indicada para todos los niveles de amputación.

Tipo de prótesis según la energía que utilizan

Mecánicas: son activas de fuerza propia.
Hidroeléctricas: son las denominadas prótesis activas de fuerza ajena.

- Control mioeléctrico, se utilizan potenciales eléctricos (micro voltios) detectables en la superficie de la piel cuando existe una contracción del

músculo del muñón.
- Estos potenciales son recogidos por electrodos, amplificados y enviados como señales de control a los elementos funcionales.
- En la prótesis de antebrazo se colocan los electrodos de tal forma que los que los extensores abren la mano y los flexores cierran la mano.
- En las prótesis de brazo los electrodos van colocados de tal modo que el tríceps abre la mano y el bíceps cierra la mano.
- Como fuente de energía se utiliza un acumulador de 6 V (4.8 V en niños), éste se incorpora en el encaje protésico.

Hibridas o energía mixta (fuerza propia + fuerza ajena):
- Combinación de sistemas de fuerza propia (corpórea) y de la fuerza ajena (extracorpórea).
- Con mayor frecuencia son usadas por amputados transhumerales.
- Puede utilizar un codo de control mecánico y un dispositivo terminal (garfio o mano) de control mioeléctrico o un codo controlado de manera eléctrica y un dispositivo terminal de control mecánico.

AMPUTACIONES ADQUIRIDAS

El término amputación proviene del latín *amputare*, que quiere decir: recortar, acortar. Por definición la entendemos como la separación de partes del cuerpo. Supresión de uno o varios miembros, o partes de ellos a consecuencia de traumatismos, enfermedad o deficiencia congénita.

Etiología

Directas

Inmediatas: cuando un traumatismo externo violento destruye o separa por completo una extremidad o parte de la misma.
Mediatas: amputación quirúrgica como tratamiento de una enfermedad grave.

Indirectas

1. **Infecciosas:** resultan de un desequilibrio en la relación entre el microorganismo y el huésped (ser humano). El grado de severidad varía de acuerdo con la agresividad del microorganismo y al estado inmunitario del huésped para hacer frente a dicha infección, algunos

ejemplos son: osteomielitis, enfermedad de Hansen o lepra, o gangrena.

2. **Neoplasias:** son crecimientos de tejido anormales (tumor) que comienza con una célula alterada. La neoplasia puede ser benigna o maligna, el cáncer es una neoplasia maligna, presenta crecimiento excesivo e incoordinado, algunos ejemplos son: sarcoma de Ewing, condrosarcoma, osteosarcoma, fibrosarcoma y sarcoma de fibras reticulares.
3. **Enfermedades vasculares**; por ejemplos, arteriosclerosis, enfermedad de Burger, enfermedad de Raynaud e isquemia de Volkman.
4. **Otros trastornos** son diabetes mellitus de carácter metabólico, malformaciones congénitas, lesiones de nervios, daño térmico y amputación estética.

Niveles de amputación

Miembro inferior:

Desarticulación de cadera: hemipelvectomía, típica (supresión de todo el ilíaco), atípica (supresión del ilion o del isquion).

- Tercio superior del muslo.
- Tercio medio del muslo.
- Tercio inferior del muslo.
- Rodilla: supracondílea (por arriba de cóndilos), stokes (con rótula), kirt (sin rótula)
- Tercio superior de la pierna.
- Tercio medio de la pierna.
- Tercio inferior de la pierna.
- Tipo Syme: desarticulación tibiotarsiana con sección de maléolos por su base.
- Tipo Piragoff y Ricard: osteoplásticas de pie (parte posterior).
- Tipo Chopart: desarticulación mediotarsiana.
- Tipo Lisfranc: desarticulación tarsiana.
- Transmetatarsiana.
- Desarticulación interfalángica proximal.
- Desarticulación interfalángica distal.

Miembro superior:

- Desarticulación de escápula.
- Desarticulación de hombro.
- Tercio superior de brazo.

- Tercio medio de brazo.
- Tercio inferior de brazo.
- Supracondílea.
- Desarticulación de codo.
- Tercio superior de antebrazo.
- Tercio medio de antebrazo.
- Tercio inferior de antebrazo.
- Desarticulación de muñeca.
- Desarticulación mediocarpiana.
- Desarticulación metacarpofalángica.
- Desarticulación interfalángica.

Complicaciones

- **Sangrado:** complicación inmediata, por la falta de ligadura de un vaso o porque se haya deslizado el punto de sutura. Puede ser masivo o mínimo. Su tratamiento: revisión de la herida quirúrgica y buen vendaje compresivo.
- **Infecciones:** puede ser celulitis, puntos de sutura infectados, abscesos de tejidos blandos, trayectos sinuosos, osteomielitis e infección por anaerobios.
- **Ulceraciones:** por traumatismos del muñón.
- **Pérdida de movimiento articular:** por contractura de tejidos blandos, neurogénica (alteración de nervios), miogénica (en músculo), artrogénica (en articulaciones), acortamiento de tejidos blandos y anquilosis.
- **Pérdida de sensibilidad:** causa ulceraciones por no sentirse dolor y de esta manera sufrir traumatismos.
- **Alteraciones circulatorias:** por padecimientos vasculares periféricos o traumatismos. Se presenta muñón frío.
- **Padecimientos de la piel:** furunculosis, quistes, intértrigo, eccema, dermatitis alérgica. Tratamiento: lavado por la noche.
- **Salientes óseas:** prominencias óseas, agujas o espículas óseas.

Síntomas posoperatorios

1. Músculos o piel redundante.
2. Dolor:
   - Periférico: llamado eferente, actual, real u orgánico causado por nervios periféricos.

- No periférico: llamado aferente, imaginario, central, psicovisceral, no cede al bloqueo.
- Fantasma: se presenta en algunas partes del miembro amputado, sensación de ardor, frío, quemadura, hormigueo o comezón. Tratamiento: cirugía con sección del nervio.

3. Miembro fantasma: sensación de la existencia del miembro ausente y de que son capaces de moverlo, se presenta de inmediato a la operación y desaparece con el tiempo. Según el estado emocional del paciente, lo podrá o no sentir.
4. Síndrome de edema: al emplear una prótesis de socket de succión, la piel se presenta con edema, hiperemia reactiva, pigmentación café rojiza (por hemorragia capilar), exudación, escarificación. Son resultados inevitables que no requieren tratamiento, pueden prevenirse por compresión gradual o atender que el *socket* sea el adecuado.
5. Atrofias musculares: pueden aparecer antes o después de la amputación. Pueden ser tratados mediante ejercicios específicos.

Cuidados del paciente amputado

Fase preoperatoria

Comprende desde tomar la decisión de una amputación hasta realizarla, la apoyan el médico (para explicarla), el psicólogo (manejo de reacciones del paciente), trabajo social (estudio socioeconómico), terapia ocupacional (valoración de AVDH como: vestido, peinado, alimentación e higiene, transportarse), terapia física (valoración física, programa de fortalecimiento, equilibrio y postura para evitar el déficit físico posterior, cuidados de la piel como su coloración, otros).

Fase posoperatoria

Desarticulación de cadera: tonificar, mantenimiento del estado general, masaje trófico y cicatrizal. Hacia el día 21: se coloca prótesis de adiestramiento, prótesis provisional o definitiva.

Amputación de muslo, rodilla y pierna

Prótesis inmediata: se confecciona después de la sutura del muñón y colocación del vendaje compresivo, es una calza de yeso con pilón provisional, permite sostener la posición de pie del primero al vigésimo quinto día.

- Movilización, marcha con apoyo parcial, vigilar piel y puntos de apoyo, del vigésimo quinto día al término de dos meses.
- Enseñanza y corrección de marcha, apoyo total, equilibrio estático y dinámico del segundo al tercer mes.
- Colocación de prótesis definitiva, corrección de marcha y de ejes funcionales.

Prótesis diferida: esperar a que el muñón se estabilice, antes del aparato provisional.

- Primer periodo: de 20 a 25 días. Prevención de escaras, evitar edema, malas posturas, ejercicios respiratorios, de fortalecimiento, equilibrio y funcionales. Nota: para el día 15 de 20 cicatriza el muñón y debe dársele más actividad.
- Segundo periodo: del día 26 al 40. Colocación de prótesis (adiestramiento), enseñanza de colocación, higiene de muñón, corrección de posturas viciosas, reeducación de marcha y funcional.
- Tercer periodo: colocación de prótesis provisional (después de 40 días).
- Cuarto periodo: prótesis definitiva. Ejercicios generales y deportes (6 a 7 meses).

Amputación del pie: uso de plantillas o aparatos ortopédicos, cuidados de muñón, evitar desequilibrio, verticalización precoz y corrección de marcha.
Amputación de miembro superior: seleccionar prótesis estética o funcional. Movilización de articulaciones restantes, reconstrucción de imagen y control muscular.

Rutina 1: preprotésica

Aplicación de calor: evita edema y contractura muscular. Se presenta dolor, sensación fantasma, buena cicatrización, hidroterapia, aplicación de rayos infrarrojos, ultravioleta, diatermia, compresas, ultrasonido y masaje.

Vendaje: da forma al muñón, evita edema y soporta los tejidos, se coloca: de adelante a atrás, dobles: horizontal y lateral; vueltas ascendentes sin dejar orejas.

Cuidados: lograr un muñón ideal sin dolor, con forma adecuada, consistencia firme, músculos fuertes, extremo cónico, cicatriz no adherente

y fuera del vértice. Lavar con agua y jabón por las noches, lubricar la piel, fortalecer, alinear, vendar, que se haga una revisión de infecciones, irritaciones. **Evitar:** colocarlo en bordes, poner almohadas, colocar en flexión extrema, apoyo del muñón en la muleta.

Ejercicios funcionales: finalidad para fortalecer, reeducar, evitar, contracciones, mejorar tono, lograr independencia, mejorar circulación, realizados en todos los decúbitos en cuello, tronco y extremidades.

Ejercicios preambulatorios: lograr equilibrio.

- **Sentado:** desviaciones laterales, ojos abiertos y cerrados.
- **De pie:** alineamiento, mantenerse con mínimo apoyo, sin apoyo, balanceos, mantenerse en barras suecas.

Cargas de peso. Sentado: elevadores, desviación de tronco. Hincado: balanceos, caídas. Cuatro puntos: balanceos. De pie: soportes, saltos. Barras paralelas: marcha, cambios de peso, balanceos.

Ejercicios en barras paralelas:

- De pie, erguido, peso en miembros inferiores, hombros hacia atrás, pelvis inclinada, pasar peso a brazos y regresar.
- Inclinación anterior, con ambas manos.
- Levantar una mano y otra.
- Inclinación anterior, se levanta la mano.
- Apoyo en barras, levantar pierna.
- Apoyo en barras, levantar, mover hacia adelante el remanente, regresar.
- Marcha. Levantarse, elevar miembro remanente, adelantarlo, apoyar el talón, apoyar la punta, adelantar los brazos.
- Igual al anterior, hacia atrás.
- Salto.

Marcha: realizarla de tipo trípode con dos variantes:

- Alterna.
  - Simultánea: posición inicial: buena postura con muletas; a) muleta derecha, muleta izquierda, cuerpo; b) dos muletas, cuerpo.

Rutina 2: protésica

Componentes protésicos

Las prótesis son hechas con madera de nogal por considerarse un material resistente y con poco peso, las más actuales están hechas y ensambladas con titanio, la diferencia entre las dos es el peso. Una prótesis de miembro inferior de madera llega a pesar 3.5 kg y la de titanio 1 kg aproximadamente.

Las de menos peso se recomiendan, en especial, para personas mayores o gente que vivan en la ciudad y las de madera para personas que viven en el campo o que realizan un trabajo con mayor esfuerzo, se forran de espuma y se envuelven de un material con textura y color muy parecido al de la piel.

Componentes de prótesis miembro superior

- Elementos de suspensión (arnés en forma de 8).
- Encaje (*socket*, cuenca en material sintético o cono de enchufe).
- Articulaciones (según nivel de amputación).
- Elementos de control: sistema de cables (cables Bowden) o sistemas eléctricos o mioeléctrico.
- Dispositivo terminal: mano cosmética, gancho metálico funcional y mano mioeléctrica.

Miembro inferior

- **Amputación Lisfranc:** cuenca rígida, articulación mecánica a nivel metacarpo falángico entre el relleno digital.
- **Amputación Chopart:** cuenca rígida que libera maléolos y material de relleno digital.
- **Amputación Syme:** cuenca rígida con ventana lateral o posterior, encaje blando, pie Syme.
- **Amputación debajo de rodilla:** soporte de carga sobre tendón rotuliano prótesis del tendón patelar (PTB); (cuadro 17-1).

Cuadro 17–1. Tipos de cuencas para las amputaciones infracondíleas

Prótesis del tendón patelar (PTB)	KBM	Apoyo total de la superficie (PTS)
Cuenca rígida, con cortes laterales por arriba de cóndilos 5 cm. Apoyo patelar, liberación de rótula, contrapresión en hueco poplíteo y liberación de isquiotibiales	Rígida, cubre cóndilos, apoyo patelar, liberación de rótula, contrapresión de hueco poplíteo, liberación de isquiotibiales	Rígida, encapsulada, rótula apoyo patelar, presión suprarrotuliana, contrapresión de hueco poplíteo, libera isquiotibiales
Encaje blando	Igual	Igual

Extensión de pantorrilla	Igual	Igual
Unidad de tobillo-pie	Igual	Igual
Correa supracondílea	Autosujeción	Autosujeción

Tipos de prótesis de miembro inferior

Según nivel de amputación:

Hemipelvectomía: 1. Prótesis arriba de rodilla (AK = Transfemoral). 2. Bajo rodilla (BK = Transtibial)

- Desarticulados (cadera, rodilla, tobillo = Syme).
- Amputaciones parciales de pie (Chopart, Pirogoff-Ricard y Lisfranc).

Según material constitutivo: convencionales (standard) y modulares. Según características estructurales: endoprótesis (prótesis articulares: rodilla - cadera) y exoprótesis (prótesis de miembros: superiores-inferiores).

Componentes protésicos son:
- Encaje (*socket* o cuenca)
- Elementos de suspensión (cinturón silesiano, banda pélvica, válvula de succión, liners).
- Articulaciones (según nivel de amputación).
- Dispositivos terminales (diversos tipos de pies).

VALORACIÓN DE LA PRÓTESIS

Es un dispositivo diseñado para reemplazar una parte faltante del cuerpo o para mejorar el funcionamiento de una parte del mismo. Las prótesis suelen usarse para reemplazar ojos, brazos, manos y piernas faltantes o enfermas. Los dientes postizos son denominados prótesis dentarias y al reemplazo del hueso de la mandíbula por un hueso artificial se lo conoce como prótesis maxilofacial. Los implantes de pene también son conocidos como prótesis peniles.

Todo dispositivo mecánico que sustituye un miembro o segmento del cuerpo se denomina **prótesis**. Debe considerarse la amputación no como un fracaso del tratamiento conservador, sino como otro nivel de

tratamiento, el cual permite alcanzar el estado de salud, con la creación de un muñón funcional. El muñón, con la aplicación de una prótesis prescrita y elaborada de manera correcta, permite reproducir en gran medida las funciones del segmento amputado.

El tratamiento del paciente amputado y que se le coloca una prótesis, es un trabajo interdisciplinario, es decir, se realiza por un grupo asistencial, en el cual el médico rehabilitador no sólo es responsable de la reeducación funcional, también toma parte selectiva en la prescripción y valoración posterior de la prótesis. Antes de la valoración protésica, se tomará en cuenta los siguientes factores:

- Nivel de amputación y estado del muñón.
- Edad del paciente y estado general.
- Etiología.
- Factores sociales.

Al paciente con prótesis por primera vez o paciente con varios años de evolución que se le ha prescrito una prótesis nueva, es necesario una revisión inicial a la entrega, en el primer caso el cual puede llamarse valoración estática y una revisión posterior, después de un periodo de reeducación funcional o valoración dinámica. En el segundo caso, ambas valoraciones son sucesivas.

En la valoración de una prótesis de miembro inferior, hay que tener en cuenta su finalidad, como elemento de apoyo, el cual permite el equilibrio y la deambulación, por tanto, deber ser confortable y funcional. Existe un esquema general de valoración para cualquier prótesis, con sus particularidades específicas. En la fase inicial o estática se valora: comodidad, estabilidad y alineación. La valoración del paciente se efectúa: en bipedestación, en sedestación.

Después, se realiza la valoración dinámica, la cual se efectúa después de un periodo de reeducación funcional o entrenamiento, es importante, debido a que su ausencia o deficiencias en el periodo de aprendizaje impide que el paciente alcance el nivel de función del que es capaz, es decir, no obtendrá rendimiento de su prótesis, aunque no existan problemas protésicos. En esta fase se observa al paciente cuando camina por delante, por detrás y de costado, se valora: esquema de marcha, rendimiento de la prótesis, grado de colaboración del paciente, aspecto y acabado.

Desarticulación de la cadera

La desarticulación de cadera es cuando la cabeza del fémur se separa del acetábulo del hueso ilíaco. La exploración debe realizarse con el:

Paciente en bipedestación (posición de pie)

Con el peso corporal distribuido en cantidad igual sobre ambos pies, comprobar:

- La superficie interna de la cesta pélvica, debe hacer contacto perfecto con el muñón-cuenca, que debe ser mínima.
- El isquión y la masa glútea apoyan en una superficie plana o ligeramente incurvada, según la conformación anatómica del muñón.
- Los puntos de anclaje son dos amplias depresiones, modeladas por encima de las crestas ilíacas, mantienen la prótesis en posición y evitan rotaciones.
- Las prominencias óseas no deben hacer contacto directo con la superficie dura de la cresta pélvica.
- Para valorar la suspensión, se le indica al paciente que por elevación pélvica levante la prótesis del suelo y luego que la vuelva a la posición inicial.
- Respecto con la altura de la prótesis, ésta debe ser alrededor de un par de centímetros más corta que el lado sano, para facilitar la marcha en la fase de balanceo.
- La articulación de la cadera se sitúa desplazada de su lugar anatómico, hacia adelante y abajo. El eje debe ser paralelo al piso y orientado en la misma dirección que la línea de progresión de la marcha.
- Para verificar la estabilidad de la rodilla y cadera, se traza una línea imaginaria que pase de manera lateral por el eje de dichas articulaciones, su extremo distal debe caer por adelante del talón (3.5 cm).

Paciente en sedestación (posición sentada)

Verificar que:

- Los bordes proximal y distal de la cesta pélvica estén biselados, para no producir molestias.
- El paciente se debe poder sentar cómodo, con los pies apoyados en el

piso, la pantorrilla se mantendrá vertical y la prótesis bien alineada.

- La rodilla protésica se mantendrá en flexión y aproximadamente en línea con la rodilla remanente.

Paciente al caminar

Son varias las causas que pueden dar lugar a una alteración en la marcha con este tipo de prótesis. Puede existir:

- Inestabilidad de cadera:
  - **a)** En extensión: cuando es insuficiente el tope posterior al hacer el apoyo del pie.
  - **b)** En flexión: cuando la articulación de la cadera se sitúa en zona muy posterior.
- Inestabilidad de rodilla: durante la fase de apoyo, provocada de modo fundamental por:
  - **a)** Un tope de extensión de cadera grueso, que toca la pared posterior antes del apoyo completo del pie.
  - **b)** Colocación muy anterior de la articulación de la cadera.
  - **c)** Extensión insuficiente de la rodilla protésica.
  - **d)** Talón duro.

Valoración de la marcha

- En abducción. Causas:
  - **a)** Cuando hay dificultad en la flexión de la rodilla durante la fase de balanceo.
- Con inclinación lateral del tronco. Causas:
  - **a)** Apoyo insuficiente en la pared lateral de la cesta pélvica.
  - **b)** Prótesis corta.
- Circunducción. Causas:
  - **a)** Rotación interna de la prótesis.
  - **b)** Suspensión insuficiente.
- Salto. Causas:
  - **a)** No se inicia la flexión de la rodilla.
  - **b)** Suspensión insuficiente.

Aspecto y acabado

Ya en general para todas las prótesis se debe valorar:

- Que funcionen de modo silencioso.
- Los contornos deben ser aproximados a los del miembro remanente.
- El paciente debe estar satisfecho con respecto a su comodidad, aspecto y funcionamiento.

Prótesis por arriba de la rodilla

Es requisito previo a toda la valoración, que el muñón esté introducido de manera correcta en el interior de la cuenca, es decir, que la prótesis esté bien puesta. A los pacientes geriátricos es necesario recordarles varias veces la importancia de este punto.

Pacientes en bipedestación

1. Se pregunta al paciente si se siente cómodo al hacer descarga en ambas extremidades, con una separación entre los talones de 10 a 15 cm. Si tiene dolor o molestias tratar de localizar y calificar el grado de dolor o incomodidad que refiere.
2. Comprobar que los músculos aductores se encuentren dentro del espacio correspondiente en el ángulo anteromedial de la cuenca y que no exista presión excesiva sobre la cara anteromedial del muñón. Esta comprobación se puede hacer por medio visual o por palpación. Las posibles causas del **aumento de compresión sobre la región aductora** son:
   a) Relieve irregular en el ángulo anteromedial de la cuenca.
   b) Que la pared medial, en la dimensión anteroposterior, sea muy pequeña.
   c) Que el asiento isquiático esté inclinado hacia abajo y adentro de la cuenca, esto facilita un deslizamiento interno del isquión al comprimir de este modo así el tendón de los aductores.
3. Comprobar que la tuberosidad isquiática esté asentada sobre su zona de apoyo correspondiente, por tanto, el borde proximal de la pared posterior sea paralelo al piso. Se le indica al paciente que realice una inclinación anterior del tronco para descargar el peso, de esta manera se comprueba la posibilidad del isquión.
4. En cuanto a la longitud de la prótesis, debe tener la misma que el miembro remanente. Para verificarlo, se toma como referencia a las crestas ilíacas, que deben estar al mismo nivel. También se puede

utilizar a las espinas ilíacas anterosuperiores. Es importante observar las desviaciones laterales de la columna lumbar, las cuales pudieran estar causadas por dismetría de miembros inferiores.

5. La estabilidad de la prótesis se verifica cuando el paciente apoya el peso sobre la misma, sin que sea necesario efectuar un esfuerzo exagerado en la extensión del muñón para estabilizar la rodilla. Se valora al tirar una línea de plomada que vaya de trocánter mayor a maléolo externo, el eje de la articulación de la rodilla protésica debe aproximarse a esta línea, pero sin llegar a estar anterior a la misma. En muñones cortos, el eje de la rodilla debe estar mucho más posterior a la línea antes citada.
6. Alineación en sentido anteroposterior, se valora que no existan alteraciones en varo o valgo, y en la posición lateral, así como que la rodilla no tenga excesiva flexión o tendencia al *genn recurvatum*. El pie debe estar en posición neutra.
7. Comprobar que el sistema de suspensión, si lleva, esté situado de manera correcta y anclado:
   - **a)** El cinturón silesiano debe ajustarse a la pelvis con exactitud, para que no se "descuelgue" la prótesis, debe quedar horizontal entre la cresta ilíaca y el trocánter mayor.
   - **b)** Si lleva articulación de cadera, el centro de la articulación debe situarse ligeramente por encima y por delante del trocánter mayor.
   - **c)** El tirante silesiano debe descansar entre la cresta ilíaca y el trocánter mayor del lado remanente, su anclaje externo deber estar por encima y detrás del trocánter mayor, además el anclaje anterior puede variar, si es distal favorece la aducción, si es medial favorece la rotación interna y si es más lateral, la rotación externa, todo ello respecto al eje vertical de la prótesis.

Está indicado en: muñones cortos e hipotróficos y en ocasiones, como ayuda psicológica, por aumentar la sensación de seguridad. La válvula de succión se localiza de preferencia en la cara antero-interna de la porción distal de la cuenca, su localización debe ser cómoda, de manera que facilite la colocación de la prótesis y el alivio manual de la presión. En los mecanismos de succión, al quitar la válvula se verifica que el extremo distal del muñón no toque el piso de la cuenca.

Paciente en sedestación

1. Observar que en esta posición la cuenca esté bien adaptada al muñón, que no se desplace, si esto sucede puede ser debido a:
   a) Que la articulación de la cadera, si la lleva, no esté colocada de manera correcta en el sitio que le corresponde.
   b) Existe pérdida de succión debido a una adaptación deficiente de la cuenca.
2. Verificar que la pared lateral se adapte al muñón y que no exista espacio libre.
3. Verificar que la prótesis permanezca bien alineada y que el paciente no sienta excesiva presión en la región de los músculos aductores.
4. Comprobar que con los pies apoyados en el piso, la pantorrilla está en posición vertical.
5. La longitud del muslo y la pantorrilla deben ser similares a las del miembro remanente para evitar la asimetría de las articulaciones de rodilla.
6. Al ponerse de pie el paciente, no debe existir ruido, debido al escape de aire, si lo hay, nos indica que la cuenca está mal ajustada.

Paciente al caminar

Se evaluará:

- Esquema de marcha (cuadro 17–2).

Cuadro 17–2. Tipos de marcha con prótesis

Marcha	Causas prótesis	Pacientes
Abducción: base amplia prótesis. Alejada de la línea media, desplazamiento y desviación exagerada del tronco lateralmente. Durante el periodo de doble soporte	Dolor en rama isquiopúbica, prótesis alta y larga, alineada en valgo, banda pélvica floja	Inseguro, contracturas de abducción mal hábito,
Inclinación lateral de tronco: exagerada inclinación lateral del lado amputado en fase de apoyo medio	Parte medial de cuenca no da sostén, no se fija fémur, la cadera cae al lado sano cuando la prótesis está en fase de apoyo, prótesis alineada en abducción, prótesis corta	Marcha en abducción, debilidad de aducción, muñón doloroso en la parte lateral distal, mal hábito
Circunducción: la prótesis hace una curva lateral durante el balanceo	Demasiada larga, bloqueo de la rodilla, con correa de extensión demasiado tensa, pie alineado con plantiflex	Desconfianza para flexionar

Rotación de pie con el talón: hace contactos con el piso, rota lateralmente con movimientos de vibración	Excesiva resistencia en cuña del tablón a la platiflex, gomadura en la parte posterior. De tobillar cuenca floja hay poco control	Flexión forzada del muñón para asegurar la pantorrilla, en completa extensión en el momento de contacto, inseguridad de que la rodilla se flexione en el apoyo; marcha con poca flexión de rodilla
Latigazo medial: el talón se dirige hacia delante; lateral: el talón hacia fuera; externo: hay rotación interior en el eje de rodilla; interno: hay rotación externa en el eje de rodilla	Excesiva resistencia en cuña del tablón a la platiflex, gomadura en la parte posterior. De tobillar cuenca floja hay poco control	Músculos alrededor del muñón débiles y sueltos, el tejido rota al fémur
Impacto en la parte terminal del balanceo: la rodilla va en extensión un movimiento rápido de la pantorrilla permite a la rodilla alcanzar su máximo con fuerza exagerada antes del apoyo de talón	Fricción insuficiente de la rodilla, ayuda a la extensión de rodilla fuertemente	Por la flexión de rodilla, requiere asegurar la extensión de la misma
Golpe plantar de pie: se realiza demasiado rápido la plantiflexión de tobillo	Caucho muy blando, no amortigua el golpe	Contractura de flexión de cadera, miedo
Ritmo disparejo: diferencia en el largo de los pasos hace hiperlordosis	Cuenca inadecuada, acortamiento del tiempo de apoyo de la prótesis	Contractura de flexión. Hace extensión de tronco, debilidad de abdominales, dolor en apoyo isquiático inclinando la cadera hacia adelante
Lordosis lumbar. Durante la fase de apoyo al paciente	Pared anterior y borde de la cuenca no dan soporte, insuficiente flexión	Obesidad
Con caída de cadera al finalizar el apoyo: movimiento hacia abajo del tronco a medida que se desplaza hacia delante la prótesis	Incorrecta dorsiflexión, exceso del desplazamiento anterior de la cuenca	Temor a tropezar, poca flexión de rodilla por inseguridad
Elevada: excesiva plantiflexión del pie sano durante la fase de balanceo de la prótesis	Insuficiente fricción en la rodilla, el talón se levanta demasiado y la pantorrilla tarda en ponerse en extensión prótesis larga, pie alineado en excesiva platiflexión	

- Capacidad del paciente para usar la prótesis con eficacia.
- Aspecto y acabado de la misma.

Se observa al paciente por adelante, por detrás y de costado, se determinan las alteraciones de la marcha que pudieran existir. Las más frecuentes son:

- Marcha con inclinación lateral de tronco. Causas:
  - Cuenca en abducción.
  - Molestia en la zona del perineo.
  - Apoyo insuficiente en la pared lateral.
  - Músculos abductores débiles.
  - Molestia en la cara latero-distal del muñón.
  - Prótesis corta.

Observación: por detrás del paciente.

- Marcha en abducción. Causas:
  - Músculos abductores del muñón contracturados.
  - Molestia en la zona del perineo.
  - Cuenca en abducción.
  - Prótesis larga.

Observación: por detrás del paciente.

- Marcha en circunducción. Causas:
  - Prótesis larga.
  - Suspensión inadecuada que permite el desplazamiento de la prótesis sobre el muñón (pistoneo).
  - Cuenca pequeña.
- Marcha con latigazo en la fase de balanceo. Causas:
  - Mala alineación del eje mecánico de la articulación de la rodilla.
  - Cuenca muy ajustada o insuficiente moldeado para acomodar los músculos de manera adecuada.
  - Muñón con musculatura muy débil, en el cual los tejidos rotan con libertad alrededor del fémur.
- Pasos de longitud desigual. Causas:
  - Contractura en flexión de la cadera.
  - Fricción insuficiente en la articulación de la rodilla.
  - Molestia o miedo en la fase de apoyo.

Observación: de costado.

- Hiperlordosis. Causas:
  - Contractura en flexión de la cadera.
  - Apoyo isquiático doloroso.
  - Músculos extensores de la cadera débiles.
  - Sujeción insuficiente de la pared anterior.

Observación: de costado.

Es necesario verificar que la succión se mantiene durante la marcha, así como también comprobar que la tuberosidad isquiática se mantiene sobre su zona de apoyo. En la prótesis de contacto total, el paciente tiene la sensación de contacto continuo entre el muñón y el encaje tanto en la fase de apoyo como en la de balanceo.

La pared lateral recoge al glúteo medio y debe distribuir la presión por

toda la cara lateral del muñón, estabiliza el fémur al impedir las rotaciones de la cuenca sobre el punto de soporte en la tuberosidad isquiática. Se valora la capacidad de subir y bajar rampas y escaleras, además de observar si lo hace de manera adecuada. Con respecto al aspecto y acabado se debe tener en cuenta:

- El funcionamiento deber ser silencioso.
- El acabado interior de la cuenca deber ser liso, los bordes no serán cortantes, deben estar bien rematados para evitar lesiones en la piel.
- Los contornos de la prótesis deben ser similares a los del miembro remanente.
- El paciente debe estar conforme con el aspecto, comodidad y funcionamiento de la prótesis.

Prótesis debajo de la rodilla

Paciente con bipedestación

1. Con el peso distribuido de manera uniforme sobre ambos pies y con una separación entre ellos no superior a los 15 cm, el paciente debe sentirse cómodo o capaz de tolerar cierta incomodidad, como sucede cuando se coloca por primera vez una prótesis de apoyo en el tendón rotuliano.
2. Se verifica que la altura de las paredes de la cuenca sea la adecuada, esto es importante para la comodidad y estabilidad de la prótesis. En el sistema PTB, la pared posterior realiza la contrapresión del muñón dentro de la cuenca, de esta manera mantiene el apoyo rotuliano, el borde de esta pared no es horizontal, presenta las partes laterales más bajas para permitir la acción de los músculos isquiotibiales. Su altura no debe ser más baja que el apoyo del tendón rotuliano. Se verifica que el sistema de suspensión no dificulte la extensión de la rodilla y que el punto de anclaje en las alas condilares esté situado en el tercio posterior de una línea horizontal imaginaria, la cual va desde el apoyo rotuliano al hueco poplíteo. En la cuenca KBM (*Kondylen Bettung Münster*; del alemán, cuenca para prótesis por abajo de rodilla) las alas condilares son más altas, sobre todo la interna para que se adapte al cóndilo interno el cual le sirve de anclaje, las ventajas de este sistema son:
   a) Existe menor dificultad para la flexión de la rodilla.
   b) Mejora la estabilidad mediolateral de la articulación de la rodilla.

3. La alineación se observa en sentido anteroposterior y mediolateral. El paciente apoyado sobre el piso, deberá mantener la estabilidad de la rodilla con un mínimo esfuerzo muscular. Se observar que no exista una carga excesiva en el cóndilo medial: desviación en valgo, o en el cóndilo lateral: desviación en varo. En el sistema PTB, la rodilla está en ligera flexión, pero el paciente debe poder controlarla con facilidad. Una flexión por arriba de los 20° puede ser debido a:
   a) Excesiva flexión dorsal del pie.
   b) Excesivo desplazamiento anterior de la cuenca con respecto al pie.
   c) Contractura en flexión del muñón.
   d) En el pie SACH (por su nombre en inglés *solid ankle cushioned heel*), excesiva dureza amortiguadora del talón.
   e) Si se trata de una prótesis tipo PTB, colocación baja del sistema de suspensión que dificulta la extensión completa de la rodilla.
4. Longitud, deberá tener la misma que el miembro remanente. Se verifica palpando un punto de referencia como son las crestas ilíacas.
5. El "pistoneo" deber ser mínimo cuando el paciente eleva la prótesis. Se le indica que eleve la pelvis del lado amputado, sin flexionar la rodilla, la prótesis debe deslizarse muy poco durante la maniobra. Puede ser consecuencia de: a) Cuenca grande. b) Alas condilares flojas.

Paciente en sedestación

Comprobar que el paciente se pueda sentar con comodidad, sin excesiva presión en los tejidos blandos del hueco poplíteo, en una flexión de rodillas aproximada a 90°. Comprobar la simetría de las mismas. Si siente molestias puede deberse a:

- Borde posterior de la cuenca, alto.
- Canales inadecuados para los músculos isquitibiales.

Paciente al caminar

1. Análisis de la marcha, la cual debe ser satisfactoria en el plano horizontal. Se observa al paciente de frente, por detrás y de costado, se dirige la atención a la fase de apoyo del talón. No deben existir molestias a nivel de la cuenca ni del sistema de suspensión.
2. Los desplazamientos efectuados a nivel de muñón-cuenca deben ser mínimos, sin que afecten la comodidad y la estabilidad.
3. El funcionamiento de la prótesis deber ser silencioso.

4. El contorno de la prótesis y su conformación deben ser similares a los del miembro remanente.

Prótesis tipo Syme

Éstas son de encaje flexible en termoplástico, laminadas en resina acrílica con refuerzo en fibra de carbono y pie específico, se utilizan en las amputaciones del tobillo cuando se desarticula el astrágalo de la tibia seccionando los maleolos. Las ventajas de este nivel de amputación son:

1. Presenta una base de muñón óptima para la carga, debido a que la piel del talón es gruesa.
2. Existe espacio para la colocación de un pie protésico.
3. Es un muñón con gran brazo de palanca, por tanto hay un mayor control y sujeción de la prótesis, así como un gasto enérgico menor.

La prótesis tipo Syme puede llevar o no apoyo tipo PTB, según permita o no el muñón hacer descarga total en el extremo distal. Este tipo de prótesis permite una marcha estable, es funcional y confortable. Al realizar la valoración lateral, pueden existir dos tipos de incorreciones:

a) **Excesiva flexión del encaje:** el paciente tiene la sensación de que camina como si estuviera bajando una pendiente. En la fase de apoyo del talón se produce flexión excesiva delante de la rodilla.
b) **Excesiva extensión de la cuenca:** el paciente experimenta la sensación inversa a la anterior, es decir, como si estuviera subiendo una pendiente. Se produce poca flexión de la rodilla en la fase de apoyo del talón, así como una flexión tardía de la rodilla en la fase de despegue.

La rehabilitación del paciente amputado es un proceso continuo, el cual se debe mantener hasta haber alcanzado el nivel funcional esperado.

PRÓTESIS EN DEPORTISTAS

No todas las personas con discapacidad tienen la misma actitud frente a sus limitaciones, En ocasiones, pueden llegar a ser un ejemplo y una fuente de motivación para las personas que son o se consideran parte de la población sin discapacidades.

Las empresas especializadas fabrican desde aletas para correr a alta

velocidad hasta sillas de ruedas en extremo livianas para jugar al baloncesto. En el momento que llegan las olimpiadas las empresas mandan a ingenieros; y comienza como una feria de tecnología con lo último en prótesis. Al mismo tiempo se reúnen con especialistas, diseñadores para ver necesidades y realizar prótesis de última generación.

Las prótesis para atletas son menos sofisticadas que las del hombre común. Un atleta para correr a alta velocidad debe soportar la superficie de una pista; en cambio, una prótesis para uso diario necesita resistir escaleras, concreto, adoquines. La tecnología y el diseño son distintos y por motivos bastante lógicos: el microchip en las rodillas artificiales que permite subir y bajar escaleras con facilidad sería ilegal en un contexto competitivo.

Debido a la variedad de las 21 diferentes categorías deportivas que existen bajo la bandera paralímpica, el equipo reglamentario para los atletas participantes puede ser muy exigente. En algunos deportes, como el atletismo, existen clasificaciones específicas según el nivel de amputación. Otros deportes, como el tenis y el baloncesto, sólo tienen dos categorías: una para atletas en silla de ruedas y otra para atletas con amputaciones. Algunos atletas, como los nadadores y futbolistas, competirán sin dispositivos protésicos; sin embargo, la mayoría de los atletas utilizarán un dispositivo ortopédico o protésico adaptado que les permitirá mejorar su actuación.

PRÓTESIS PARA MIEMBROS SUPERIORES

Las personas con amputación de miembro superior van en bicicleta, nadan y juegan al tenis y al hockey. Sin embargo, para sostener un palo de hockey o mantener bien el equilibrio, muchas personas con amputación de miembro superior llevarán una prótesis de mano, de antebrazo o de brazo (completo).

La mano o brazo de función pasiva es la más usada entre los atletas más dinámicos porque es la más fuerte y la que mejor se adapta. Las prótesis híbridas de miembro superior, como la mecánica fabricada por Otto Bock, combinan cables y poleas y pueden funcionar con pilas.

El brazo mioeléctrico Utah fabricado por *Motion Control*, que transfiere las señales electromiográficas (EMG) generadas por el músculo desde la extremidad residual hasta el interior de la prótesis, es lo más novedoso en tecnología avanzada para uso diario y deportes “poco exigentes”, pero quizás demasiado frágil para deportes con mucho contacto físico. Sin

embargo, varias empresas ofrecen prótesis de miembros superiores para el atleta dinámico, incluso fuerte. La empresa TRS, S.A., con sede en Boulder, Colorado, es innovadora líder en dispositivos protésicos de miembros superiores que funcionan con el movimiento corporal. Esta empresa fue fundada en 1979 por Bob Radocy, amputado de miembro superior, que se sentía frustrado por el movimiento tan limitado que ofrecían los dispositivos protésicos de venta en el mercado. Radocy perdió la mano izquierda a unos diez centímetros por debajo del codo en un accidente de automóvil en 1971 y comenzó a realizar experimentos con todo tipo de dispositivos protésicos cuando estudiaba el curso de posgrado. Aprovechando su formación en ciencias biológicas e ingeniería y su experiencia en diseño, puso en práctica estos conocimientos para crear un prensor o pinza de alto rendimiento, que le permitía competir en cualquier actividad con compañeros que tenían las dos manos.

En la actualidad, TRS fabrica una gran variedad de prótesis de mano especializadas para los siguientes deportes: aeróbic/danza, tiro con arco, béisbol/softball, baloncesto, ciclismo, piragüismo/kayak, pesca, fútbol americano, voleibol, golf, hockey, billar, esquí sobre nieve, natación, halterofilia y windsurfing. Las manos para los distintos deportes son únicas. TRS también ha creado una mano de baloncesto protésica que permite al jugador exhibir un control rápido y seguro del balón durante un regateo, tiro o pase. La Re-Bound Pro es fuerte, pero flexible, y ofrece una muñeca elástica y un control del balón parecido al que tienen los dedos. Además, se ajusta a todas las muñecas protésicas mecánicas que funcionan con el movimiento corporal.

Para natación, el diseño de TRS, que emula un ala plegada, ejerce menos resistencia en el tiempo de explosión. Se puede rotar el dispositivo para adaptarlo a diferentes estilos y brazadas o para realizar ejercicio aeróbico.

Para deportes en los que se necesita un mecanismo de sujeción y liberación, se pueden adaptar los prensores de TRS e incorporar una clavija de bloqueo especial, instrumento fiable para manejar una pieza del equipo, por ejemplo un arco, un palo de golf o una haltera.

PRÓTESIS PARA MIEMBROS INFERIORES

La pérdida de una pierna arriba del tobillo transformó a un joven y dinámico deportista estadounidense, Van Phillips, entonces estudiante de 21 años en Arizona, en un frustrado amputado. Pronto decidió que los pies protésicos de aquellos años 70 no eran adecuados, así que el joven Van

Phillips se asoció con Dale Abildskov, ingeniero de compuestos aeroespaciales, cuando trabajaba en la Universidad de Utah, en 1982. Su idea era cortar en forma de L un material de fibra de carbón muy conocido en la industria aeroespacial por su gran solidez y flexibilidad; después se fijó por debajo una suela y por encima un encaje protésico. El peso que se ejercía al apoyar el talón se convertía en energía que, literalmente, impulsaba el paso, imitando la fuerza impulsora de un pie normal y permitiendo al portador correr y saltar. El concepto del pie Flex-Foot surgió en 1984 y su demanda aumentó en EUA cuando las personas con amputaciones y un estilo de vida dinámico se percataron de las ventajas que éste ofrecía en energía de retracción e impulso. En la actualidad, más del 90% de los atletas con amputaciones en todo el mundo lleva algún modelo de Flex-Foot y su amplia oferta les ha dado la oportunidad de correr, saltar y competir a un nuevo nivel en los paralímpicos.

Ossur, una empresa islandesa, es la que fabrica la línea de prótesis Flex-Foot. Todos los productos son de primera calidad y 100% fibra de carbón, un material muy usado en la industria aeroespacial por su gran dureza y flexibilidad. El pie Flex-Foot con dedo en forma de palanca, imita el movimiento del tobillo, generando una respuesta proporcional y absorción del impacto.

Shea Cowart, velocista y campeón paralímpico en los 100 y 200 m, cubre los 100 metros en un tiempo extraordinario de 13.68 seg y los 200 m en 29.64 seg (clase T-43 para doble amputación por debajo de la rodilla). Corredores líderes como Cowart incorporan zapatillas de clavos al Flex-Foot u otro pie adaptado de fibra de carbón en lugar de llevar un pie protésico mecánico dentro del zapato. Ossur fabrica tres tipos de diseños adaptados de Flex-Foot:

- Cheetah: para velocidad pie adaptado para deportes de atletismo.
- Flex-Sprint: recomendado para atletas con amputaciones transfemorales.
- C-Sprint: para pruebas de fondo.

Otto Bock, otra empresa con ideas avanzadas y sucursales en Alemania, EUA y Canadá, también dispone de un pie de fibra de carbón denominado *Sprinter*, hecho a medida para el atleta de pista. Es sumamente ligero, con un dedo de doble curvatura para una mayor propulsión y menor resistencia.

También se fabrica el pie Gold Medal, diseñado para que atletas con

amputaciones y un mayor peso corporal alcancen altos niveles de rendimiento con una mayor estabilidad. Dispone de tres clavijas desmontables que ajustan el pie a diferentes niveles de rigidez. Se puede usar tanto con una funda protésica de silicona y un zapato deportivo, como en baloncesto o tenis, o de forma directa con una bota deportiva, como en hockey sobre hielo.

Ron Mann, campeón de artes marciales mixtas, utiliza en el circuito regular de kickboxing el pie Venture fabricado por la empresa *College Park Industries* de Fraser, Michigan. El pie protésico Renegade de la empresa *Freedom Innovations* fabrica la primera torre para impactos fabricada con fibra de carbón. Esta característica única permite con un diseño ultraligero una máxima amortiguación del impacto durante la carga vertical.

Además, *Freedom Innovation* también cuenta con el *Ski Foot,* que facilita un acoplamiento directo con el esquí y elimina la necesidad de utilizar la bota de esquí. Esto puede considerarse una ventaja teniendo en cuenta el peso adicional de la bota de esquí y que limita de forma significativa el movimiento del pie.

La finalidad de una prótesis es igualar la función del cuerpo humano lo más fiel posible, pero si no es cómodo no cumple con el resultado deseado. El material que hay entre la extremidad residual y el dispositivo protésico es, por lo tanto, crucial para el ajuste; es también un componente que permite al atleta, sobre todo al paralímpico, alcanzar un rendimiento adecuado a su nivel.

Las calcetas protésicas *Hole-In-One* diseñadas por *Knit-Rite* presentan distintos grosores, desde fundas hasta calcetas de seis hilos, y están confeccionadas con un agujero distal para que se puedan utilizar con mecanismos de suspensión de un eje. La forma en que el tejido está elaborado elimina la necesidad de cortar la calceta, ayuda a evitar que se deshile y aumenta poco, o nada, el grosor en la zona distal.

Royal Knit de Lees Summit, Missouri, fabrica calcetas protésicas sin costuras en una gran variedad de materiales y diseños. Las calcetas de Royal Knit contienen materiales como CoolMax para eliminar la humedad y Lycra elástica para comodidad.

Silipos, líder en el uso de gel en tecnología médica, fabrica una funda Explorer Suspension Sleeve, más flexible y con una mayor libertad de movimiento. Fabricada con gel de aceite mineral de polímero tribloque de la calidad médica de la marca Silipos, la funda reforzada *Explorer*

Reinforced Suspension Sleeve incorpora en su interior una banda flexible de tejido para asegurar una mayor durabilidad y es resistente a cortes y roces. Las fundas reforzadas son recomendadas para todos los niveles de actividad y diseñadas para flexionar con facilidad la rodilla y no dificultar la amplitud de su movimiento.

Después de tres años de investigación y perfeccionamiento, Ohio Willow Wood ha presentado el forro Alpha AK (arriba de la rodilla) para el bienestar de la persona con una amputación por encima de la rodilla. Características:

- Un modelo adaptado y fabricado con gel para proporcionar una mayor comodidad que elimina la necesidad de añadir relleno en el encaje. Este modelo de gel protege el área lateral y el extremo del fémur.
- El tejido único de Alpha AK, que proporciona flexibilidad, permite que sea más fácil ponerse y quitarse el forro y ofrece una mayor comodidad.
- Una variedad de tallas, en especial, diseñadas teniendo en cuenta las diferentes formas del muñón.

Existen otras empresas que ofrecen una gran variedad de forros y fundas protésicas para personas con amputaciones. *Alps Products* de St. Petersburg, Florida, dispone de una impresionante lista cronológica de las primeras en fabricar fundas y forros de gel con válvula integrada.

Los forros de silicona Iceross de Ossur estabilizan los tejidos blandos, reducen el estiramiento, mejoran la circulación, añaden comodidad y ofrecen durabilidad y facilidad de ajuste y todo nivel de actividad. Tanto si se trata de un pie mecánico como de un brazo protésico o un accesorio de mano para deportes específicos, siempre parece haber algo disponible para atletas con discapacidades de todos los deportes.

PRÓTESIS *NIKE AIR JORDAN* PARA MIEMBRO INFERIOR

Diseñada por colín Matsco para los deportistas y personas jóvenes, pero también podría ser utilizada por adultos mayores. Está diseñada para aumentar la fuerza del discapacitado, para familiarizarse con los cambios emocionales y físicos.

PRÓTESIS ADIDAS SYMBIOSIS

El diseñador Randall Puzzitiello diseño un nuevo concepto de prótesis ortopédica llamada Symbiosis que ayuda a los deportistas a realizar sus entrenamientos en una forma más eficiente. Desarrollada para la marca Adidas, la nueva prótesis mejora la función de la pierna, eliminando la utilización de motores mecánicos o pistones para su funcionamiento, también es una prótesis estética con diseño deportivo. La prótesis de última generación se convierte en un factor integral para llevar la vida de los amputados de vuelta a la normalidad, pues no sólo agrega movilidad, sino también permite su autosuficiencia.

Están hechas de materiales como fibra de carbono, Sorbothane, aluminio y acero. Sustituyendo los músculos humanos con electroimanes, la *Symbiosis* envía la señal inalámbrica de su parte inferior para permitir el movimiento natural, mientras que un implante en el extremo guía al paciente para controlar los nervios restantes para el funcionamiento sin esfuerzo.

Estos conceptos son muy interesantes desde el punto de vista estético y funcional para la investigación en esta área.

BIBLIOGRAFÍA

Advances in Materials Science and Engineering. Vol. 2017: artículo ID 3658161; 2017,9. Disponible en: https://doi.org/10.1155/2017/3658161

Ashley R: Gait analysis in pediatric lower extremity amputees. Orthop Rev 1992;21(6):745-749.

Conceptual Design of a Polycentric Knee Prosthesis for Transfemoral Amputees: En Venezuela Belkys T. Amador 1,2, Rafael R. Torrealba 1, Miembro IEEE, Carmen M. Müller-Karger 1 Grupo de Biomecánica, Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela 2 Núcleo de Diseño Mecánico, Universidad Nacional Experimental del Táchira, Edo Táchira,

La O Ramos R, Baryolo Cardoso AD: Rehabilitación del Amputado de miembro inferior. Disponible en sitio de rehabilitación Cubana htt ps://rehabilitación.sld.cu

Ottobock-Movilidad para las personas. Disponible en: htt ps://www.ottobock.com/es/company/ottobocktoday/

Paralympic Athletes: Equipped for Success. The Bill Com Group in Motion. 2004;Vol. 14; Issue 3.

Torrealba RR, Pérez-D'Arpino C, Cappelletto J, Fermín León L, Fernández-López, G y Grieco JC: Through the development of a biomechatronic knee prosthesis for transfemoral amputees: mechanical design and manufacture,human gait characterization, intelligent control strategies andtests. IEEE Proceedings of the International Conference on Robotics and Automation ICRA, Anchorage, Alaska-EUA, 2010:2934-2939.

Tureck S: Ortopedia. Principios y aplicaciones. La Habana: Editorial Científico-Técnica 1982: 1755-1806.

CAPÍTULO 18

Manejo de aparatos

PRINCIPIOS DEL USO DE SILLAS DE RUEDAS

El principal objetivo que debe tener una silla de ruedas es permitir al paciente la máxima funcionalidad, comodidad y movilidad, para cumplir con este propósito la silla debe ajustarse a la persona y no la persona ajustarse a la silla. Si se escoge una silla de ruedas inapropiada puede resultar incómoda y esto hará que el paciente se incline hacia un lado, se deslice y el resultado será un malgasto de la energía del paciente, debido al esfuerzo continuo para mejorar la postura, lo que puede provocar una discapacidad agregada.

El paciente debe moverse en la dirección de su lado más fuerte y deberá trabajar tomándose el tiempo que requiera para hacerlo, para sentir de esta manera más seguridad. La mayoría de los pacientes que dependen de una silla de ruedas, la consideran una prolongación de sí mismos que sustituye la potencia muscular perdida y que les permite tener independencia y ocupar una posición en el mundo que los rodea.

Características de la silla de ruedas

- Debe tener frenos seguros, los cuales el paciente pueda manipular y mantenerlos puestos, siempre que el paciente necesite subir o bajar de la silla.
- Los descansapies se levantan antes de que el paciente se mueva hacia adentro o fuera de la silla.
- El asiento debe estar a la altura suficiente, de modo que el paciente pueda tocar el suelo cuando esté sentado.
- Las ruedas posteriores deben ser grandes y las anteriores de un tamaño de 20 cm.
- Los apoyabrazos serán planos y acojinados.
- Los descansapies serán confortables y si es preciso con correas de

sujeción a nivel del dorso o talón del pie.

- El paciente tendrá que impulsar su silla de ruedas, por lo que de manera previa fortalecerá sus brazos.

MOVIMIENTOS DE LA CAMA A LA SILLA DE RUEDAS

1. Colocar la silla de ruedas en el lado fuerte del paciente, a un pequeño ángulo de la cama, frente al pie de la cama (figura 18–1a).
2. Se pide al paciente mantener los pies debajo del cuerpo, inclinarse hacia adelante, para colocar la mano fuerte cerca de la orilla de la cama y se pide que empuje hacia una posición parada, manteniendo el peso en su pie fuerte (figura 18–1b).
3. Al estar en una posición de pie lo suficientemente estable, soltar por un momento el apoyo del brazo fuerte, mover la mano al descansabrazos de la silla de ruedas más alejada. Pedir que mantenga el peso del cuerpo bien inclinado hacia adelante, voltearse sobre su pie fuerte y bajar hasta una posición de sentado (figura 18–1c).

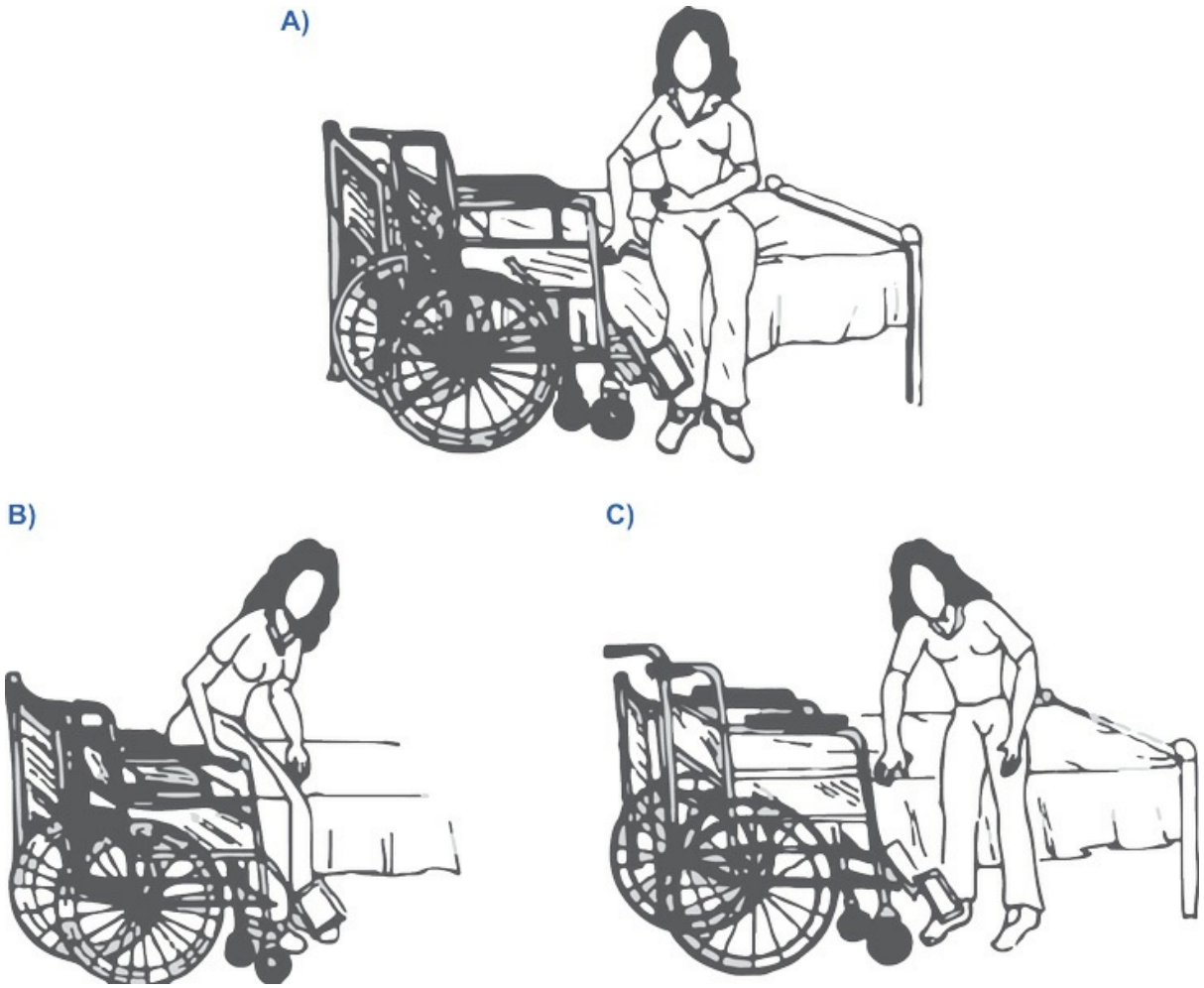


Figura 18-1. Movimientos de la cama a la silla de ruedas.

CÓMO PROPORCIONAR AYUDA

1. Cuando es necesario se proporciona una ayuda mínima, se realiza al pararse junto al lado débil del paciente y colocar la mano debajo de su lado débil. Si el paciente está mal colocado o inseguro, hay que sujetarlo de la cintura de sus pantalones por detrás. Levantar el peso del paciente con sus piernas en vez de con su espalda (figura 18–2a).
2. Para mayor asistencia el paciente debe colocar los brazos en sus axilas, con las manos bien apoyadas en la espalda. Mantener su peso hacia delante (figura 18–2b).
3. Cuando es necesaria más ayuda, colocar la rodilla derecha sobre su lado fuerte. Sujetar al paciente de su cintura con ambos brazos y jalarlo hacia arriba y adelante, se toma su peso en su pierna fuerte con la presión de la rodilla de la ayuda y obliga al suyo a enderezarse. Se utiliza su pierna fuerte como un pivote, se voltea al paciente y se baja hacia la silla de ruedas (figura 18–2c).

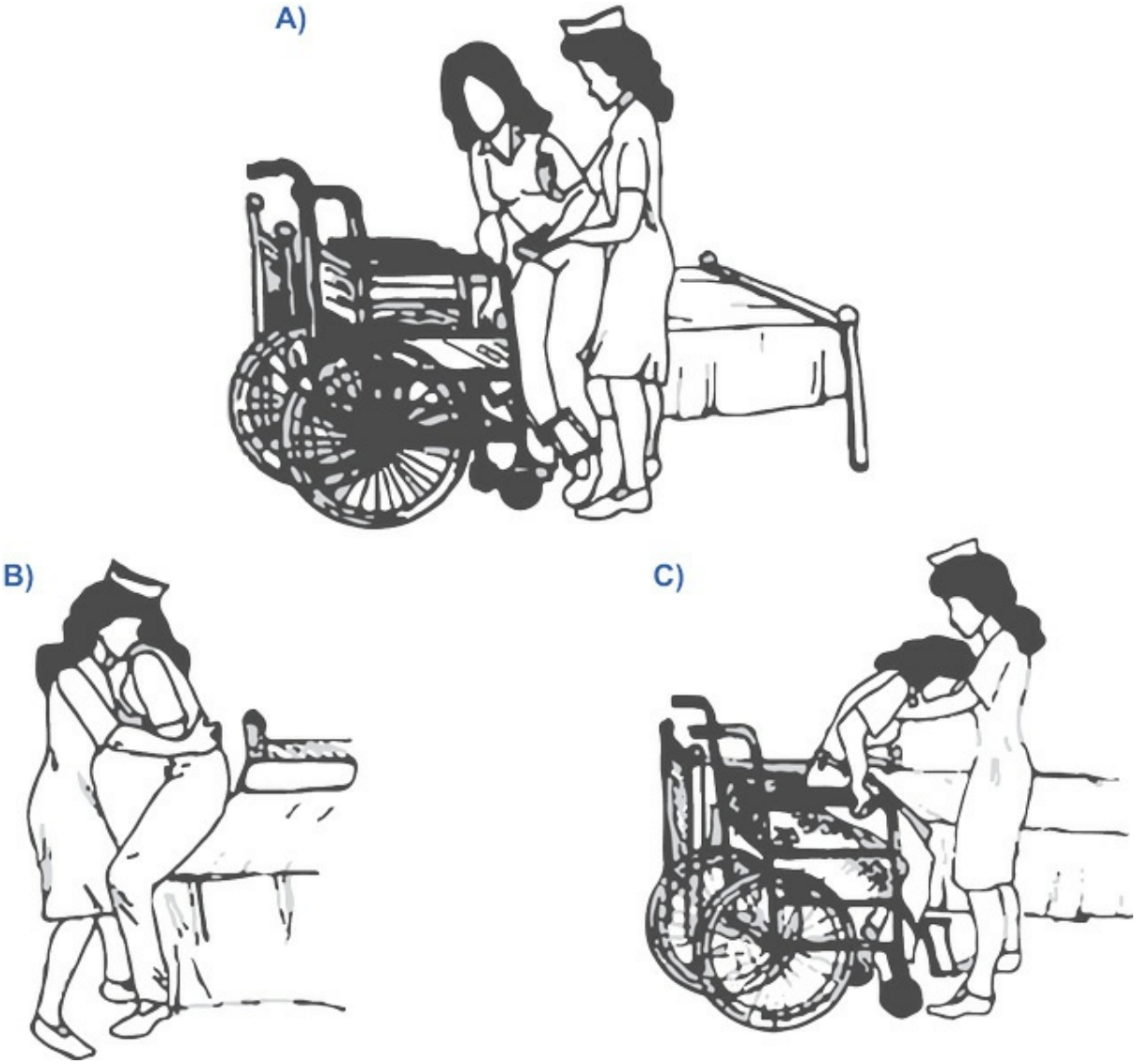


Figura 18-2. Apoyo de otra persona para levantarse.

PARARSE DE LA SILLA DE RUEDAS

1. Se deben trabar los frenos y levantar los descansapies. Entonces el paciente coloca los pies en el piso junto a la silla de ruedas, con el talón del pie fuerte se mueve un poco hacia atrás y en directo debajo de la orilla del asiento. Si el paciente es alto quizá no podrá estar parado en posición derecha mientras sujeta el brazo de la silla de ruedas, tendrá un mejor equilibrio al inclinarse hacia el lado fuerte y un poco hacia adelante (figura 18–3a).
2. Se le indica moverse adelante en la silla de ruedas, colocar la mano fuerte adelante del descansabrazos, inclinación hacia delante encima de la pierna fuerte y empujar con el brazo, así como la pierna fuerte hasta

una posición de pie (figura 18–3b).

3. Pedir al paciente que se pare lo más derecho posible, sujetarse del descansabrazos del lado más fuerte para mayor equilibrio y apoyo, mantener los pies un poco separados para mayor estabilidad (figura 18–3c).

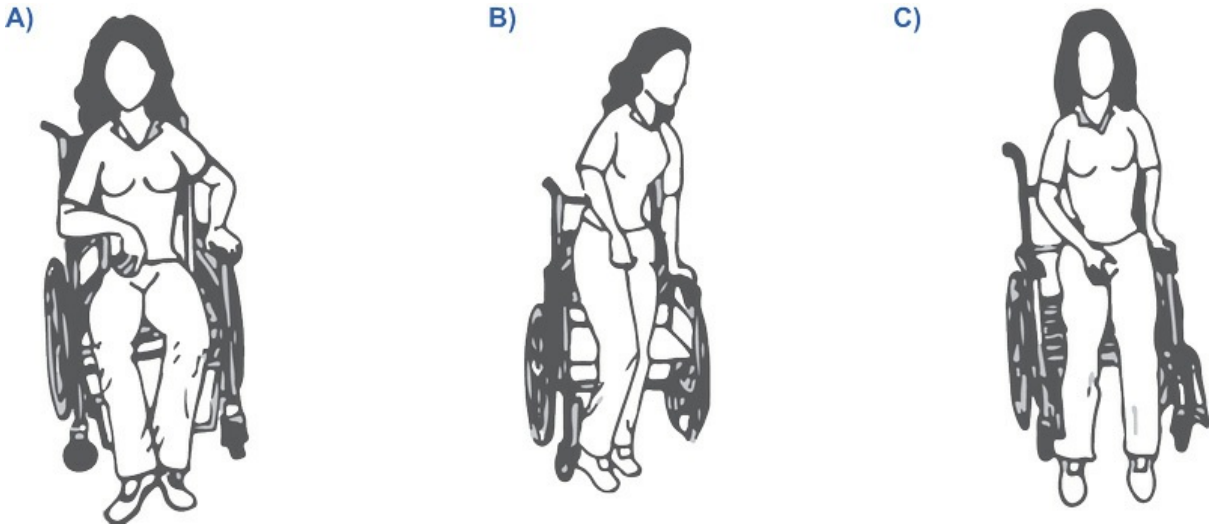


Figura 18-3. Levantarse de la silla de ruedas.

MOVIMIENTOS DE LA SILLA DE RUEDAS A LA CAMA

1. Se coloca la silla de ruedas hacia la cabeza de la cama, se mantiene la esquina delantera de la silla lo más cerca posible de la cama, se posiciona la silla de ruedas de tal forma que el paciente esté sentado en el centro de la cama, trabe los frenos y levante el descansapies (figura 18–4a).
2. El paciente asume una posición parada, se puede recargar en el brazo de la silla de ruedas. Se inclina hacia delante haciendo el apoyo en el pie fuerte y con lentitud bajar hasta una posición sentada (figura 18–4b).

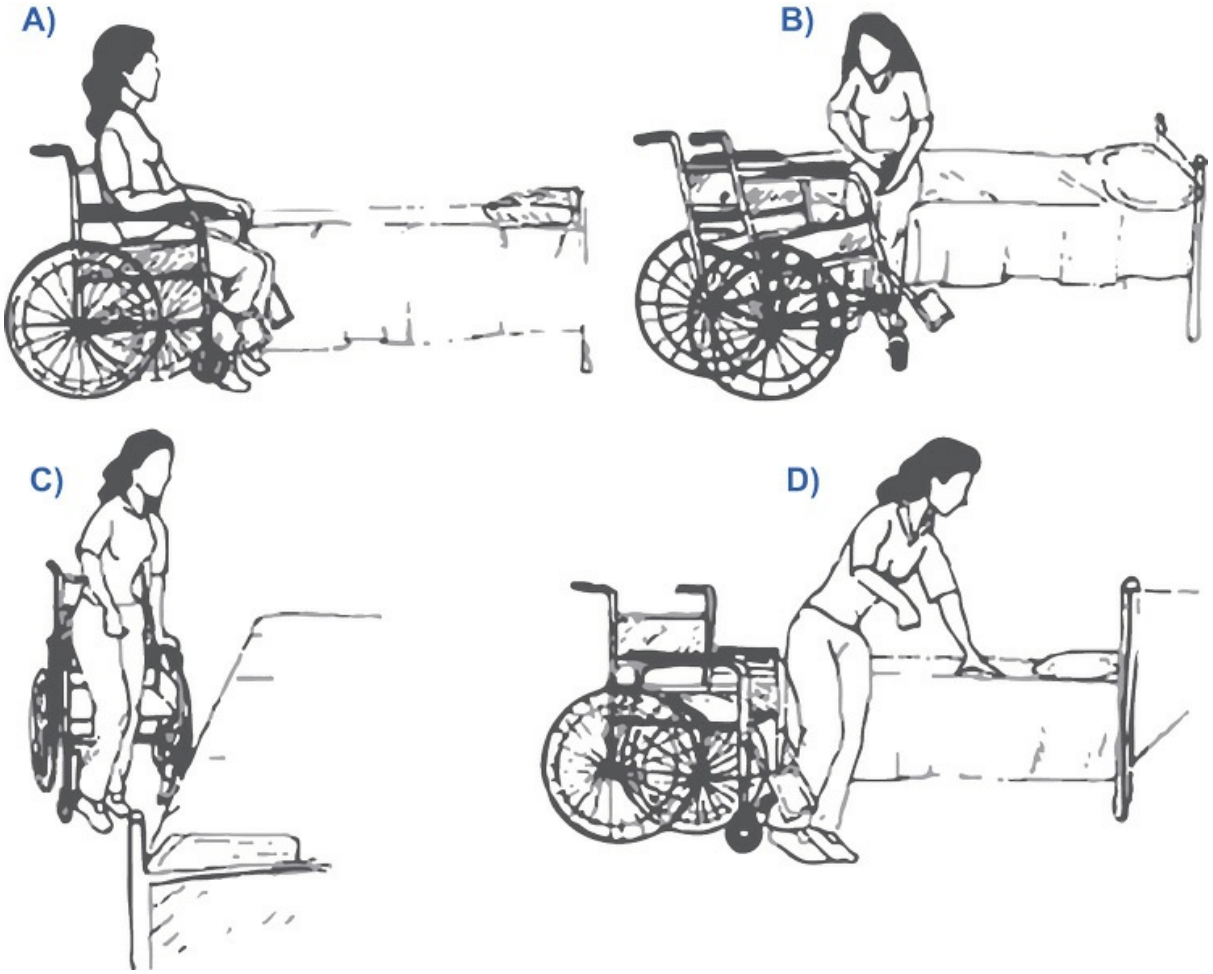


Figura 18-4. Traslado del paciente de la silla de ruedas a la cama.

GIRAR LA SILLA DE RUEDAS AL ESTAR SENTADO EN LA ORILLA DE LA CAMA

1. El paciente con la mano fuerte, debe sujetar el poste delantero del descansabrazos. Se destraba un freno y después el otro (figura 18–5a).
2. Sujetar la parte delantera del descansabrazos más cercano y jalar la silla de ruedas hacia la cabeza de la cama (figura 18–5b).
3. Cuando la espalda de la silla de ruedas se jaló más allá del paciente, sujetar el puño de la silla y empezar a voltearla (figura 18–5c).
4. Después sujetar el otro puño de la silla, continuar el giro y empujar la silla de ruedas hacia la cabecera de la cama (figura 18–5d).
5. Sujetar el descansabrazos más cercano y maniobrar la silla hasta que esté en un ángulo de la cama. Se aplican los frenos (figura 18–5e).

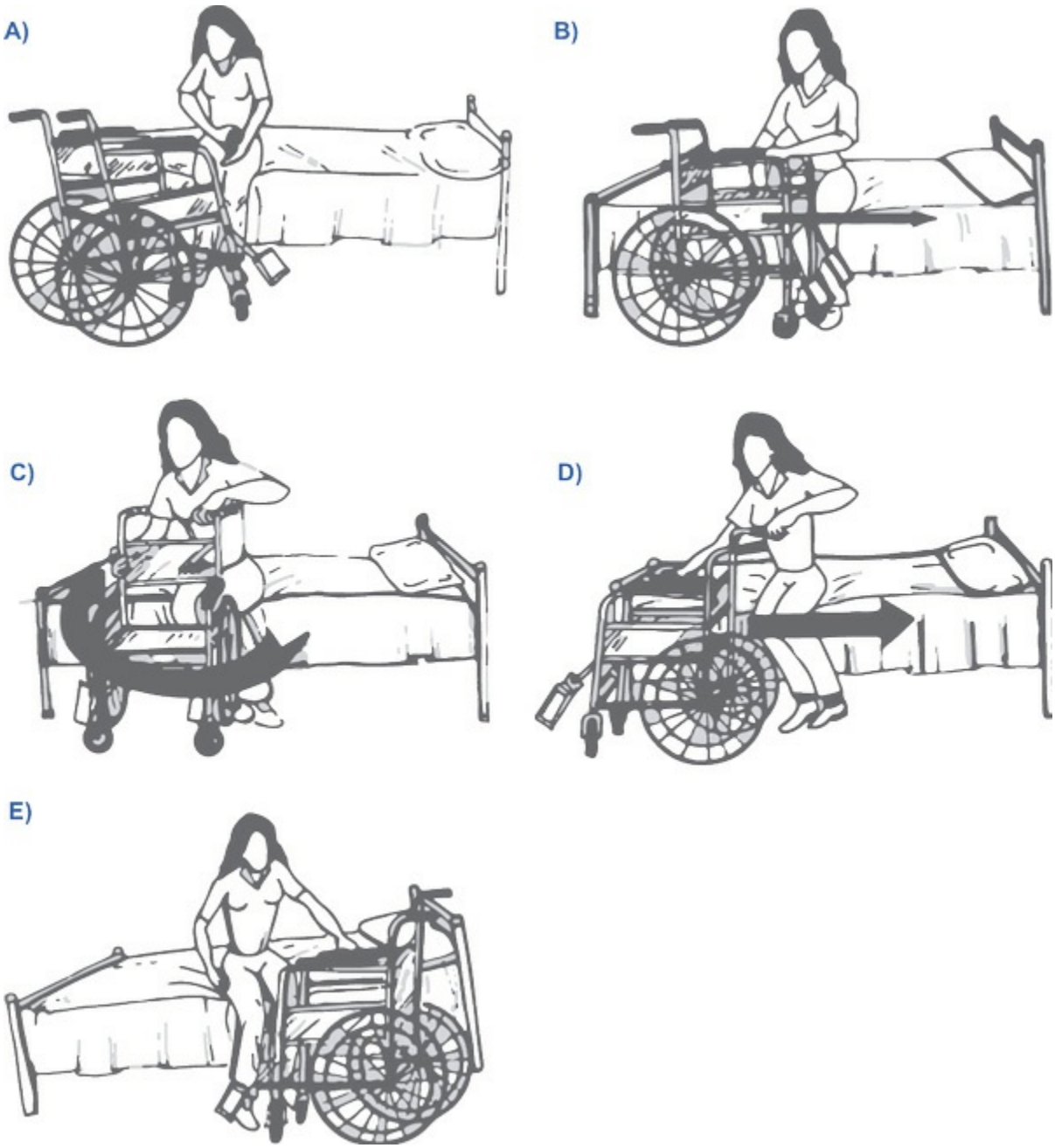


Figura 18-5. Giro de la silla de ruedas al estar en la orilla de la cama.

MOVIMIENTOS DE UNA SILLA DE RUEDAS A UN SILLÓN

1. Se coloca la esquina de la silla de ruedas del lado fuerte del paciente, lo más cerca posible del sillón con los frenos trabados y los descansapies arriba (figura 18–6a).
2. El paciente se levanta (figura 18–6b).
3. Colocar la mano fuerte en el descansabrazos del sillón (figura 18–6c).
4. El paciente se voltea sobre su pie fuerte y se sienta de a poco (figura

18–6d).

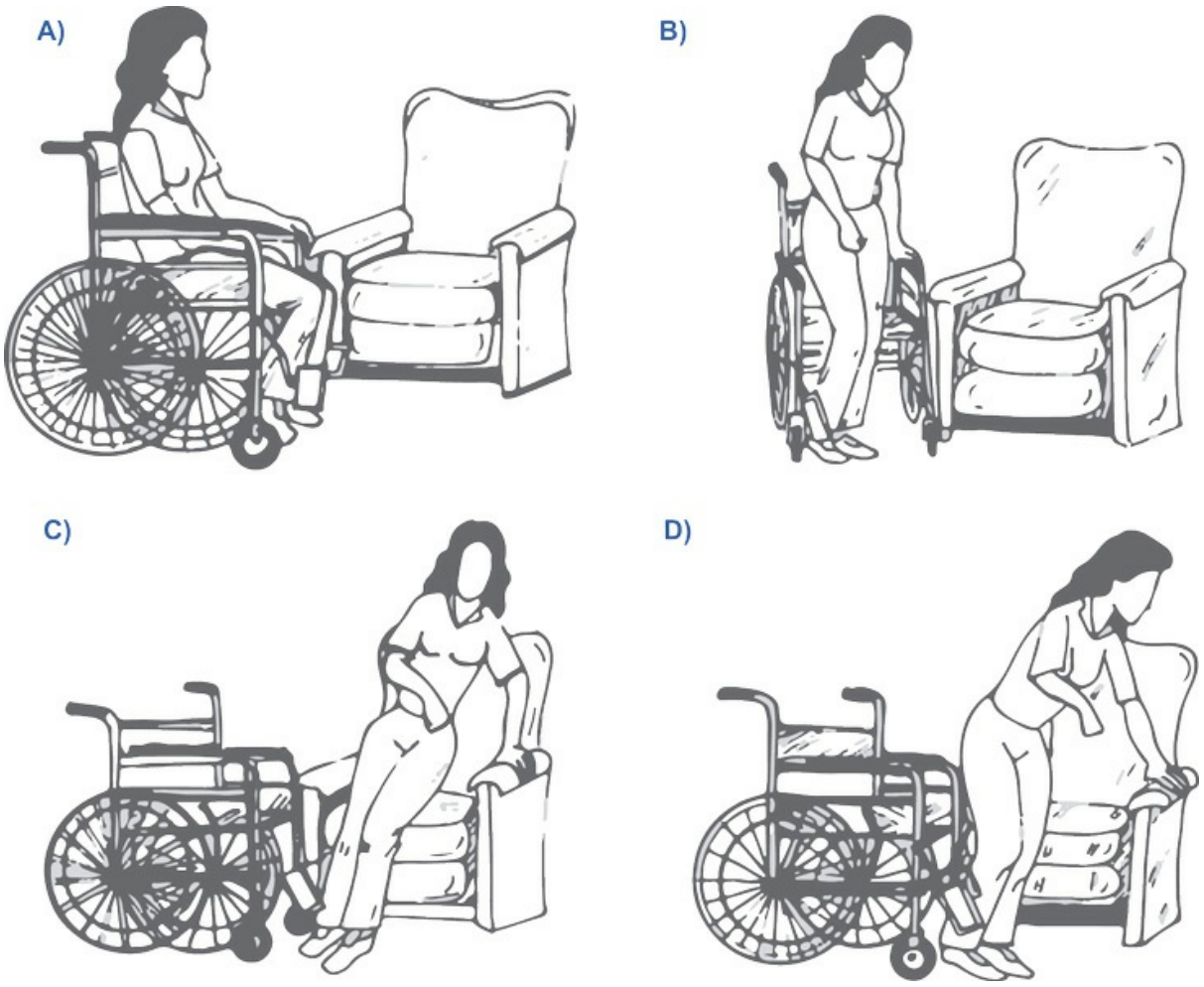


Figura 18-6. Traslado de la silla de ruedas al sillón.

MOVIMIENTOS DEL SILLÓN A LA SILLA DE RUEDAS

1. Colocar la esquina derecha de la silla de ruedas lo más cerca posible del sillón, trabar los frenos y poner el descansapies arriba (figura 18–7a).
2. El paciente se levanta del sillón (figura 18–7b).
3. Da un giro sobre el pie fuerte y se sienta con lentitud en la silla (figura 18–7c).
4. Colocar la mano fuerte en el descansabrazos de la silla de ruedas más alejado (figura 18–7d).

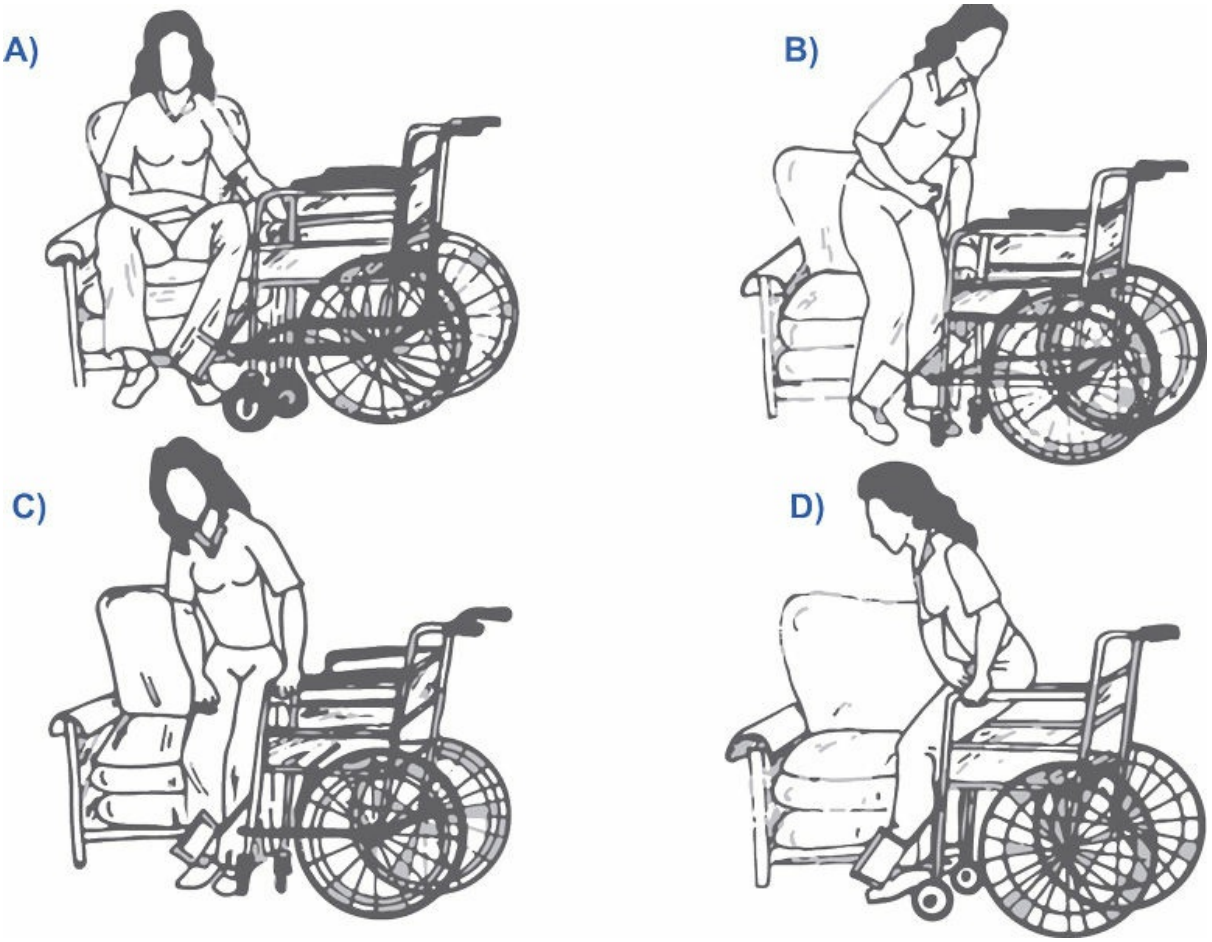


Figura 18-7. Movimientos del sillón a la silla de ruedas.

MOVIMIENTOS DE LA SILLA DE RUEDAS AL RETRETE

1. Se coloca la silla de ruedas frente al retrete, frenostrabados y descansapies arriba (figura 18–8a).
2. Se levanta el paciente (figura 18–8b).
3. Realiza una inclinación hacia adelante, gira sobre el pie fuerte y se sienta de a poco sobre el asiento del retrete (figura 18–8c).
4. Coloca la mano fuerte sobre la barra de la pared, en caso de no haber se sujeta del lado alejado del asiento del retrete (figura 18–8d).

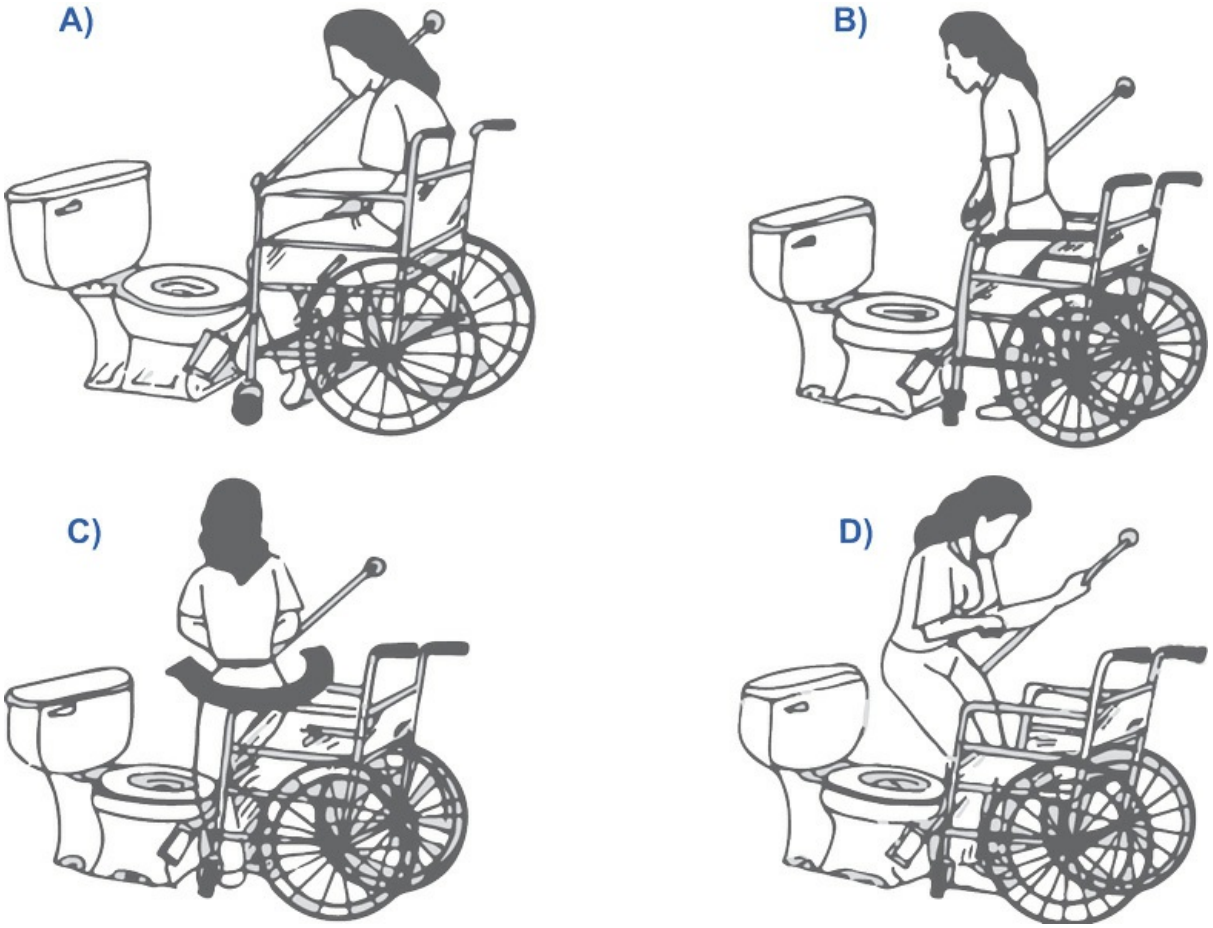


Figura 18-8. Movimientos de la silla de ruedas al retrete.

MOVIMIENTOS DEL RETRETE A LA SILLA DE RUEDAS

1. Se posiciona la silla de ruedas de tal manera que quede frente al retrete, los frenos están puestos y el descansapies arriba (figura 18–9a).
2. Coloca la mano en la barra o si no en el descansabrazos de la silla y se levanta (figura 18–9b).
3. El paciente coloca la otra mano en el descansabrazos, gira con el pie fuerte para sentarse de a poco en la silla de ruedas (figura 18–9c).

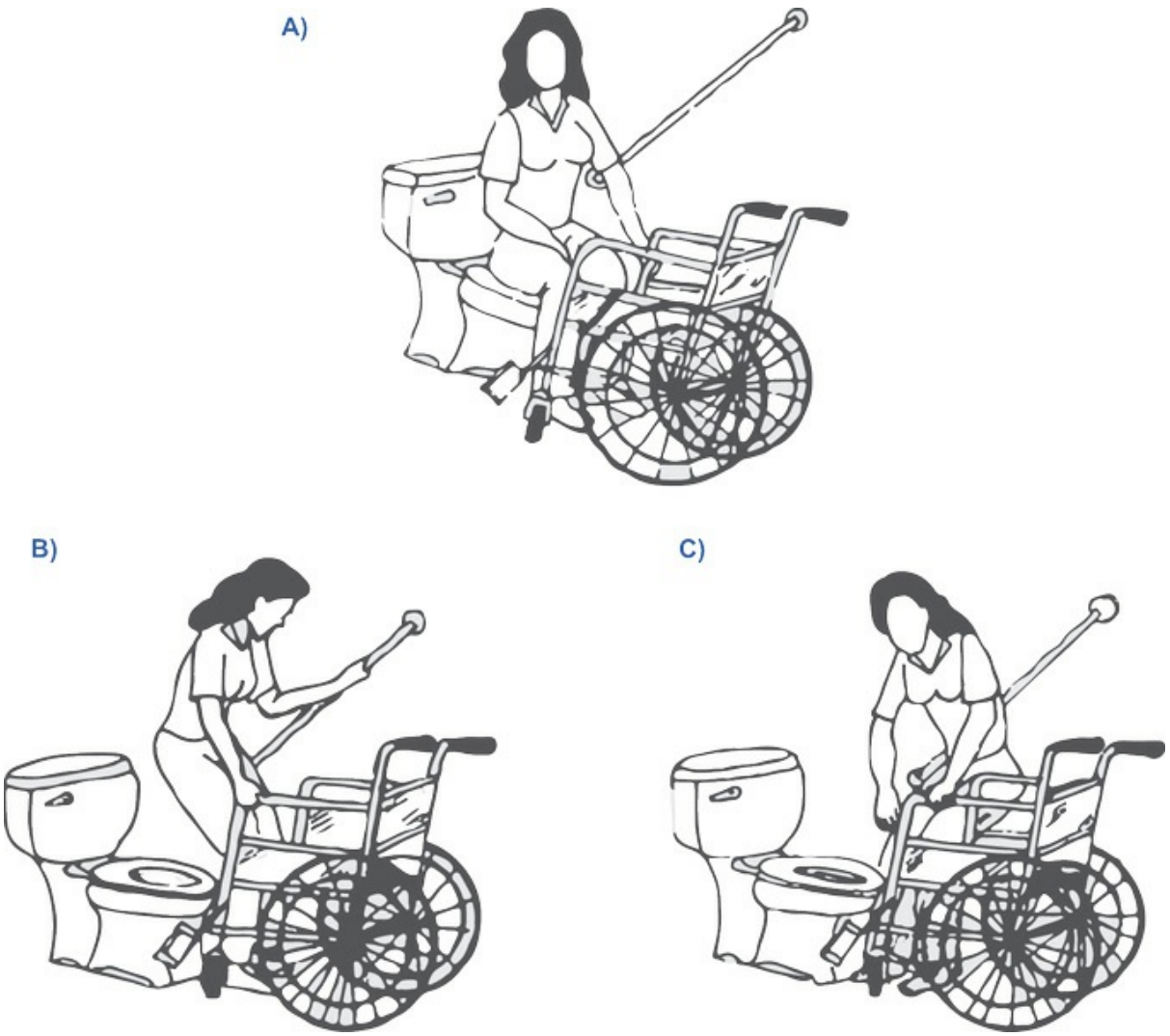


Figura 18-9. Movimientos del retrete a la silla de ruedas.

Mientras el paciente esté sentado en el retrete puede subir sus pantalones hasta las rodillas, mientras se levanta del retrete puede separar sus rodillas para que no se le caigan. Entonces puede recargarse en la pared o empujar su pierna fuerte sobre el retrete para apoyarse y poder subir sus pantalones. También los pantalones pueden estar abrochados a la camisa para que cuando se levante se suban. Si usa tirantes, éstos deben de ir en los hombros antes de levantarse.

MOVIMIENTOS DE LA SILLA DE RUEDAS A UN COCHE, CUANDO EL LADO IZQUIERDO ES EL FUERTE

1. El coche debe estacionarse cerca de la banqueta con el freno de mano puesto, la puerta abierta y la ventana abajo, colocar la silla de ruedas lo

más que se pueda cerca del asiento delantero, con los frenos trabados y los descansapies arriba (figura 18–10a).

2. Se levanta el paciente (figura 18–10b).
3. Mueve la mano fuerte al asiento del auto, se voltea en el asiento y coloca el pie fuerte dentro del coche, levanta el pie débil con la mano fuerte y lo coloca en el coche (figura 18–10c).
4. Coloca la mano fuerte en la puerta del auto, gira viendo hacia la puerta y se sienta de lado en el asiento delantero del coche, se inclina hacia adelante para evitar que se pegue en la cabeza con el techo del auto (figura 18–10d).

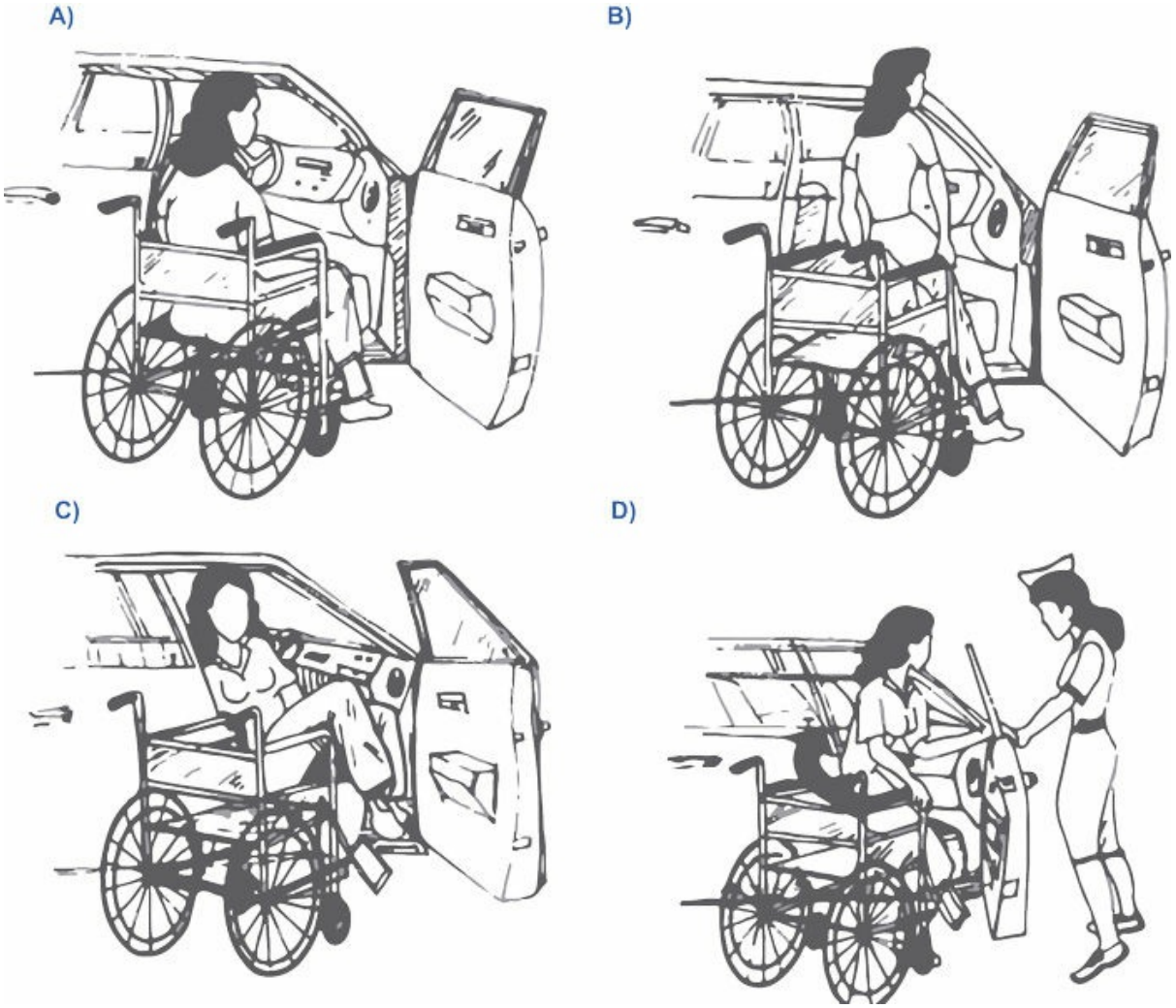


Figura 18-10. Movimiento para subir a un automóvil del lado izquierdo.

MOVIMIENTOS DEL AUTOMÓVIL A UNA SILLA DE RUEDAS, CUANDO EL LADO IZQUIERDO ES FUERTE

1. El automóvil debe estar estacionado cerca de la banqueta, con el freno de mano puesto, la puerta abierta y la ventana abajo, se coloca la silla de ruedas lo más cercana al asiento delantero, con los frenos puestos y los descansapies arriba (figura 18–11a).
2. El paciente se mueve hacia la orilla exterior del asiento del coche, gira hacia la puerta abierta. Utiliza la mano fuerte y saca el pie débil del coche, también mueve el pie fuerte hacia la banqueta (figura 18–11b).
3. El paciente coloca la mano fuerte en el descansabrazos de la silla de ruedas y se sienta (figura 18–11c).
4. Sentándose de lado, el paciente sujeta la puerta con la mano fuerte, se levanta y girar hacia el asiento (figura 18–11d).

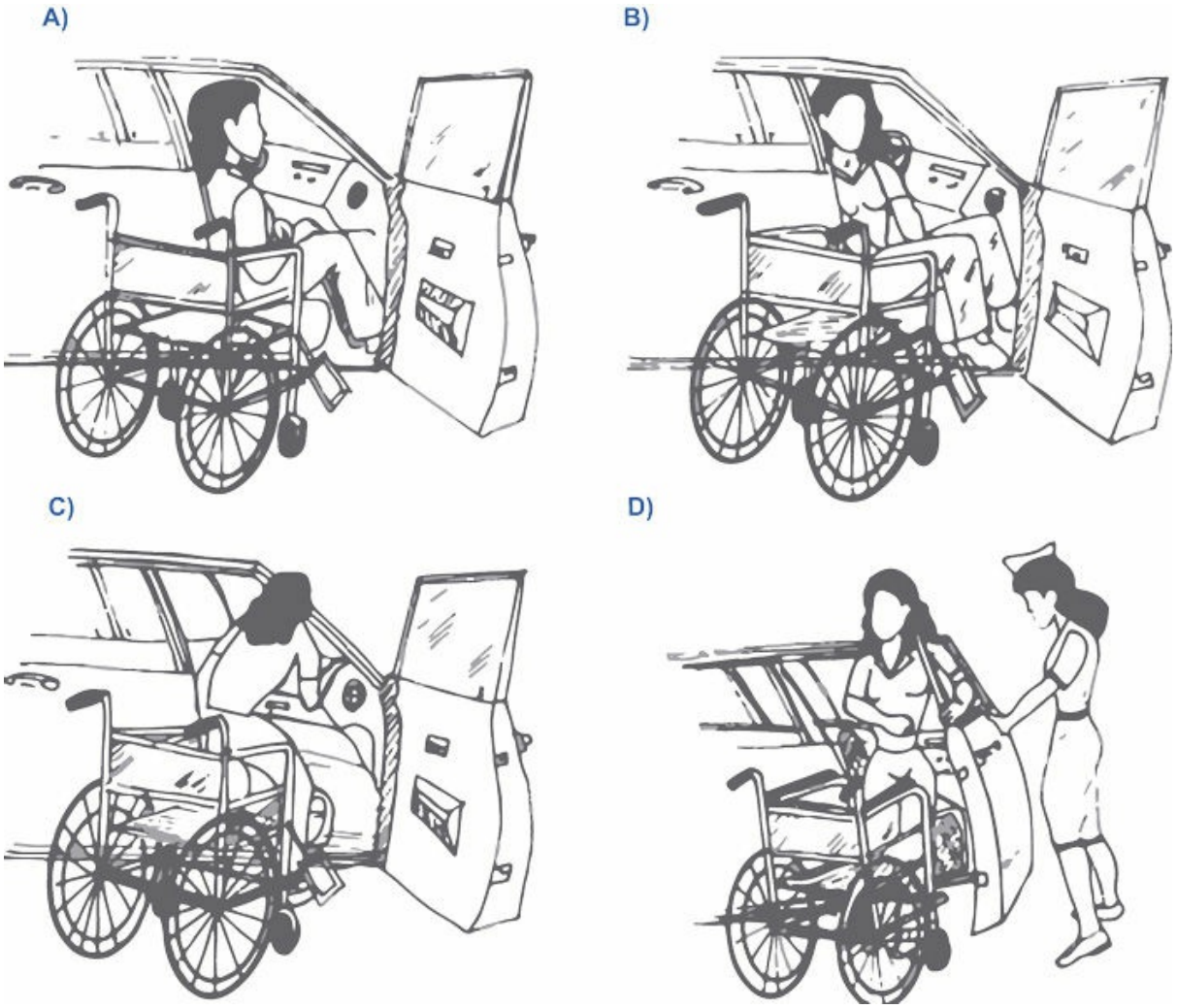


Figura 18-11. Movimientos para salir del automóvil del lado izquierdo.

MOVIMIENTOS DE LA SILLA DE RUEDAS AL AUTOMÓVIL, CUANDO EL LADO DERECHO ES

FUERTE

1. El automóvil estará estacionado lo más cerca posible de la banqueta, con el freno de mano puesto, la puerta abierta y la ventana abajo, colocar la silla de ruedas lo más cerca al asiento delantero, con los frenos trabados y los descansapies abajo (figura 18–12a).
2. El paciente se levanta (figura 18–12b).
3. La mano fuerte la coloca en la puerta del automóvil, gira viendo hacia la puerta y se sienta de lado en el asiento delantero del automóvil, con inclinación hacia adelante para evitar pegarse en la cabeza con el techo del automóvil (figura 18–12c).
4. Con la mano fuerte levanta la pierna débil y la sube al automóvil, gira viendo hacia delante y poner el pie fuerte en el automóvil (figura 18–12d).

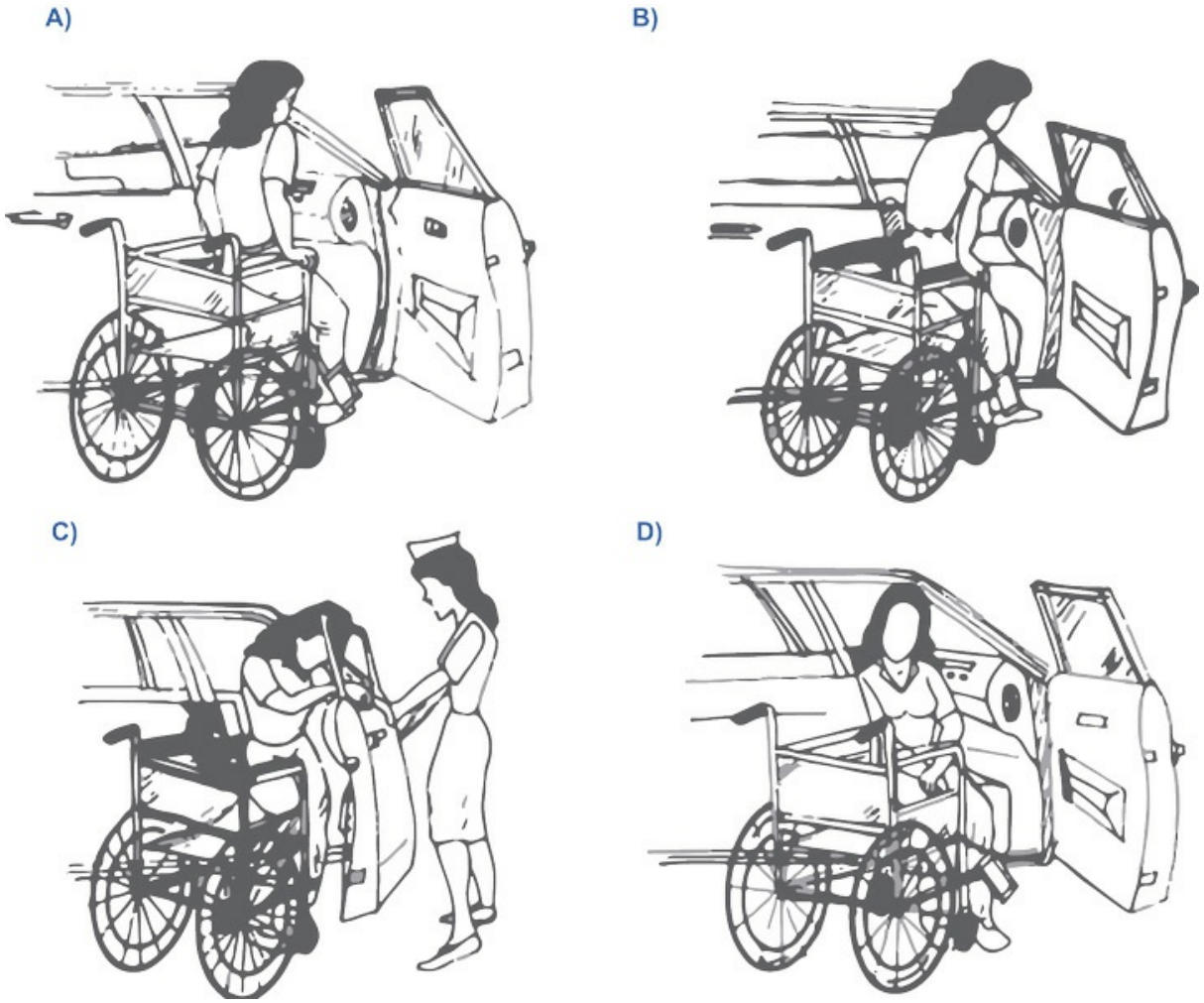


Figura 18-12. Movimientos para abordar la silla de ruedas a un automóvil, del lado derecho.

MOVIMIENTOS DEL AUTOMÓVIL A UNA SILLA DE RUEDAS, CUANDO EL LADO DERECHO ES FUERTE

1. El automóvil deberá estar estacionado lo más cerca de la banqueta, tendrá el freno de mano puesto, con la puerta abierta y la ventana abajo, situar la silla de ruedas lo más cerca posible al asiento delantero, con los frenos puestos y los descansapies arriba (figura 18–13a).
2. El paciente se mueve hasta la orilla exterior del asiento del automóvil, coloca el pie fuerte sobre la banqueta, gira de a poco hacia un lado, emplea la mano fuerte para ponerse de pie y coloca el pie débil sobre la banqueta (figura 18–13b).
3. Sentado de un lado, el paciente sujeta el respaldo del asiento delantero y se para (figura 18–13c).
4. El paciente coloca la mano fuerte sobre el descansabrazos derecho de la silla, se voltea y se sienta poco a poco (figura 18–13d).

Nota: en todos los casos, el conductor deberá sujetar con firmeza la puerta.

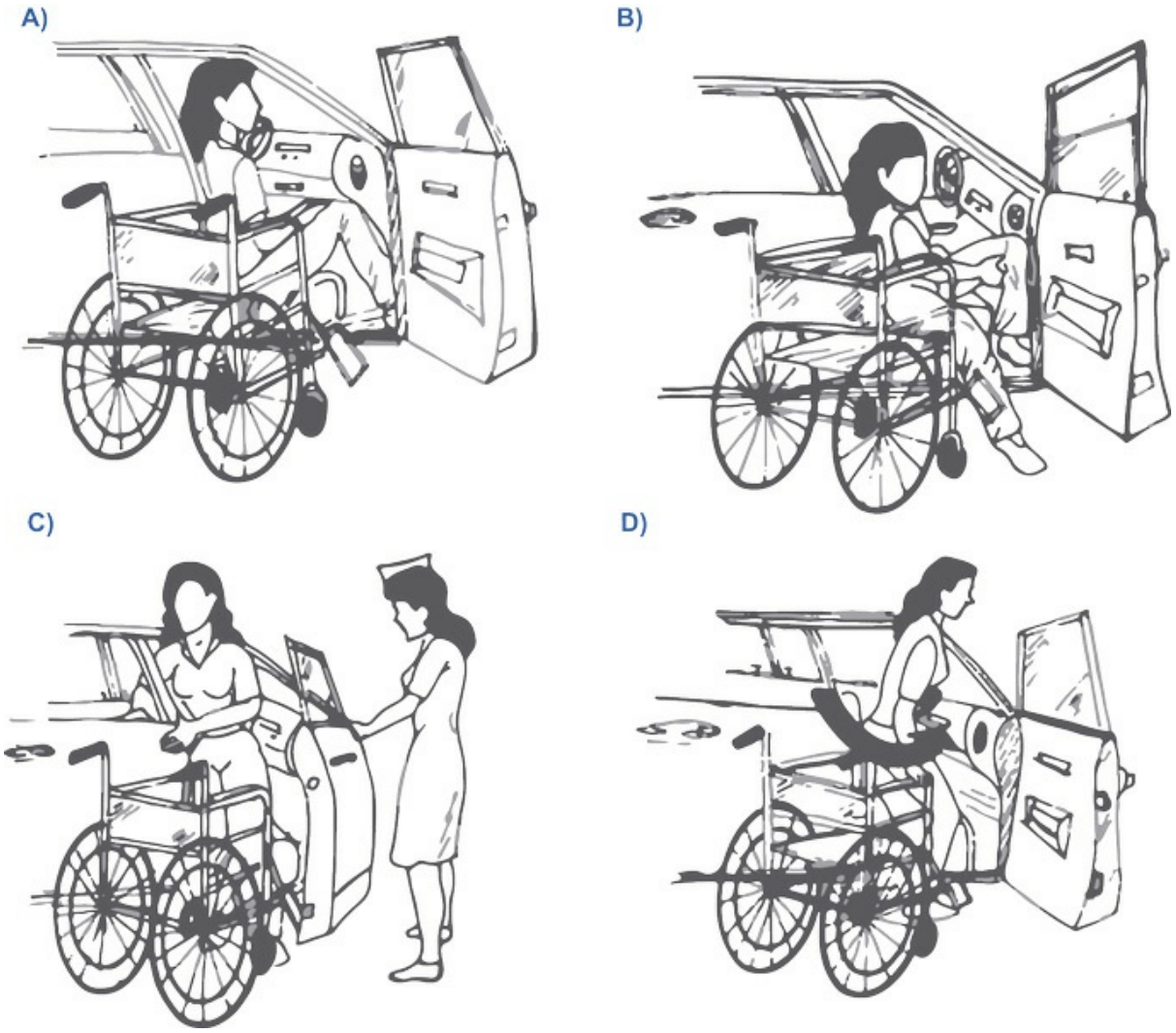


Figura 18-13. Descenso del automóvil a la silla de ruedas por el lado derecho.

USO CORRECTO DE MULETAS

CAMINAR CON MULETAS

Propósito

Las muletas evitan que se ponga todo el peso sobre el pie o pierna lesionada, pueden quitar el dolor y disminuir la inflamación, asimismo darán mayor estabilidad al caminar (figura 18–14).

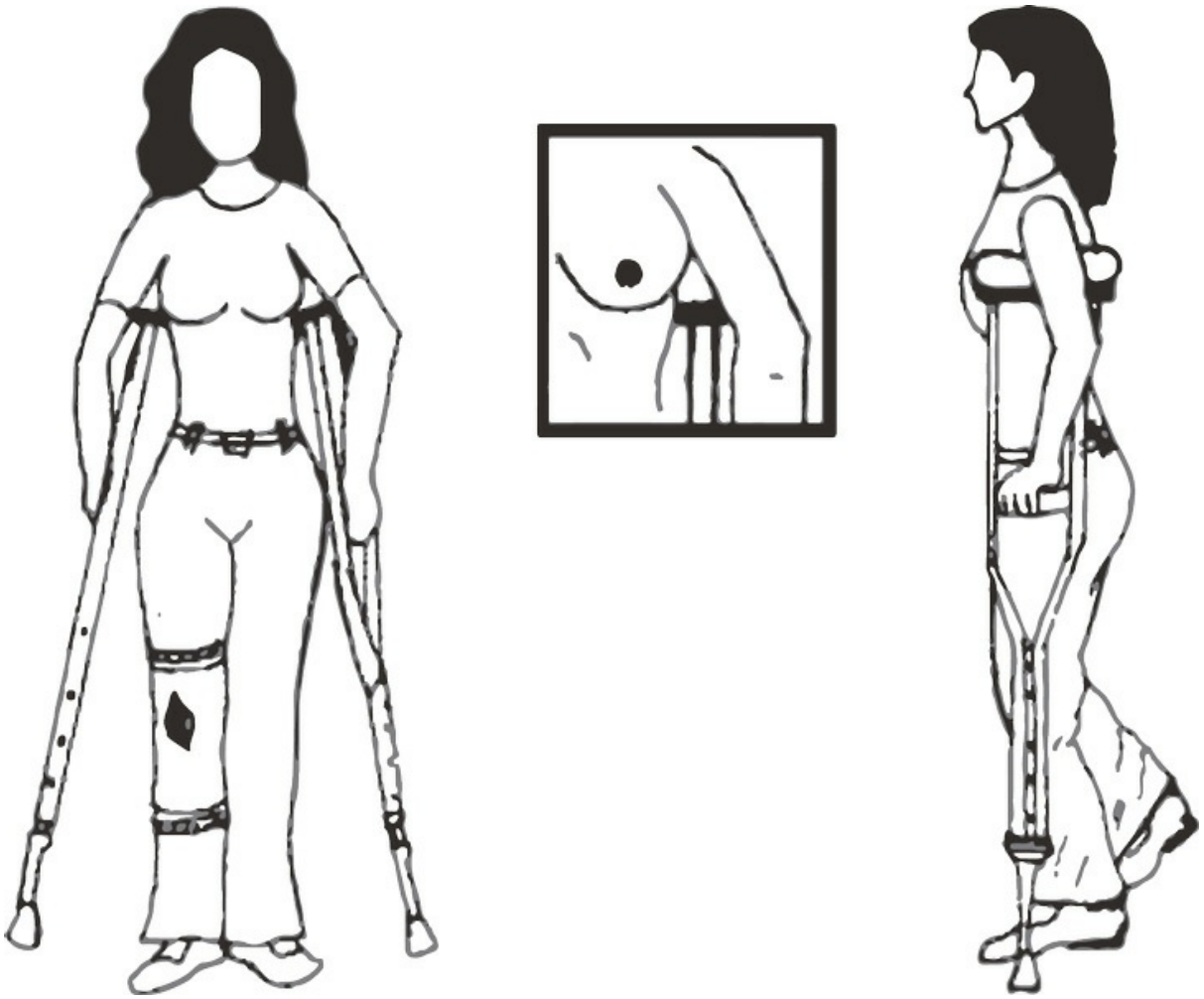


Figura 18-14. Posición correcta para utilizar las muletas.

Ajuste correcto

Al ponerse de pie, el paciente colocará las puntas de las muletas separadas de modo suficiente, para que la cadera no toque las muletas (aproximadamente a 15 cm de los lados de los pies), debe haber espacio de 3 a 5 cm (dos longitudes de dedo) entre la parte superior de la muleta y la axila al momento de estar erguido con los hombros relajados (figura 18–

15). Se ajustará el travesaño, de manera que los codos estén doblados a unos 20 o 30°.

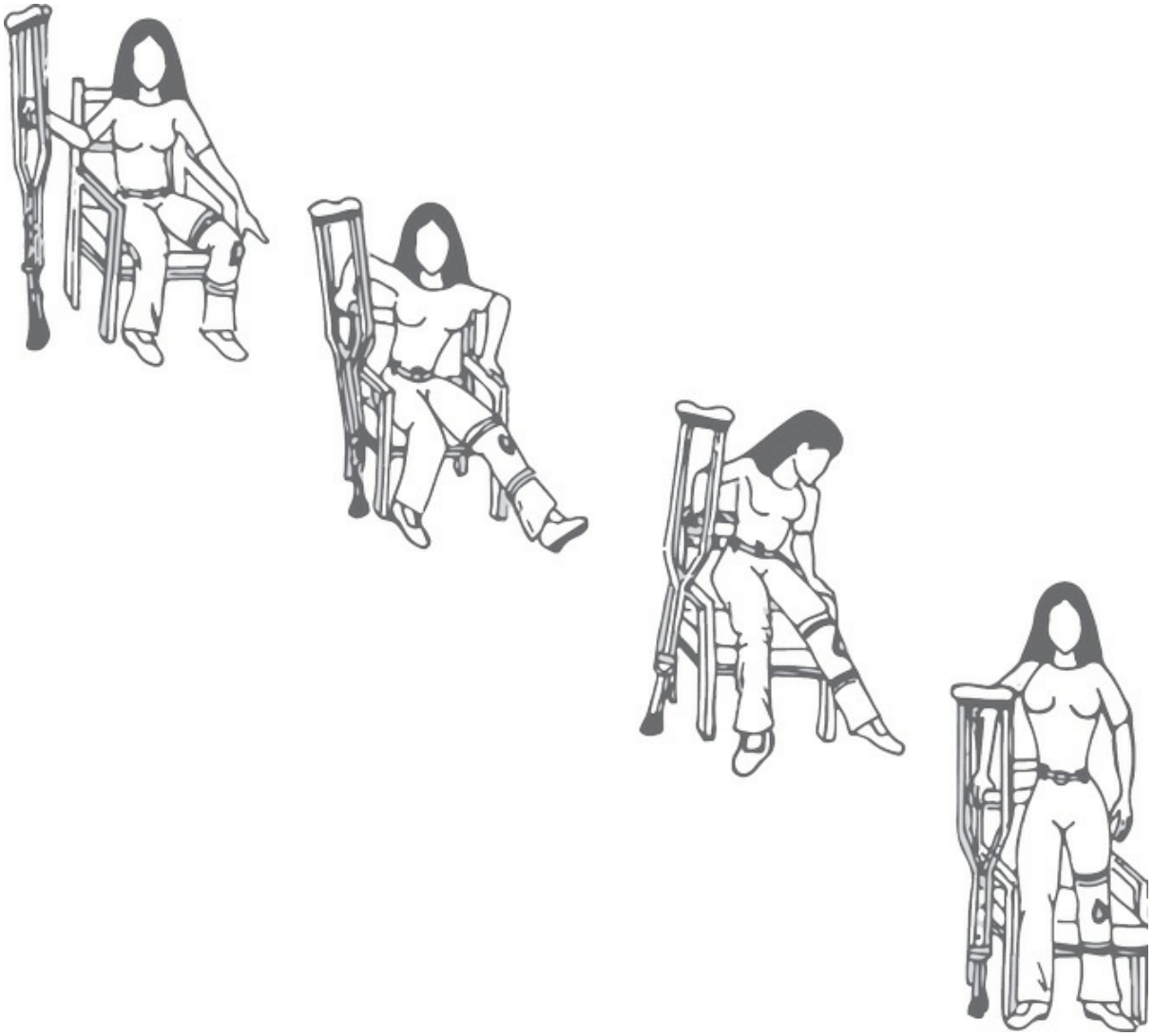


Figura 18-15. Ajuste correcto para el manejo de las muletas al ponerse de pie.

Al momento de probarse las muletas, llevar los mismos zapatos que utilizará con ellas. La altura de los talones hará una diferencia de la altura que las muletas deben tener. También pueden constar de:

- Capuchones de succión o regatones hechos de caucho, colocados sobre las puntas de las muletas, en función de prevenir el resbalarse.
- Colchones de caucho colocados sobre el soporte para la axila, en función de la comodidad.
- Travesaño suave.

Consejos de seguridad

- Realizar pasos normales al caminar.
- Asegurarse de tener tiempo suficiente para llegar a su destino.
- No apoyar el peso de la pierna lesionada sin el consentimiento del médico.
- Revisar que los capuchones de caucho no estén desgastados y estén limpios.
- Revisar los tornillos de las muletas; para evaluar si no están sueltos.
- Utilizar zapatos sin tacón que le queden bien, con suelas antiderrapantes.
- Mantener la espalda erguida.
- Ver hacia adelante y no a los pies.
- Apoyar el peso corporal en las manos y no en las axilas.

AL ENTRAR AL AUTOMÓVIL

Primero se mueve el asiento del automóvil lo más hacia atrás posible.

1. El paciente se sienta en el lado y orilla del asiento del automóvil, coloca el talón de la pierna fuerte en el suelo y se empuja hacia atrás en el asiento lo más que pueda (figura 18–16a).
2. Levanta la pierna o pie lesionado dentro del coche junto con la pierna fuerte. En caso de tener enyesada toda la pierna o no se puede doblar la rodilla quizá no haya suficiente espacio en el asiento delantero, se recomienda entonces viajar en un carro de cuatro puertas y deslizar la parte de atrás para utilizar todo el asiento como soporte para la pierna (figura 18–16b).
3. Debe cerciorarse el paciente de utilizar siempre el cinturón de seguridad.

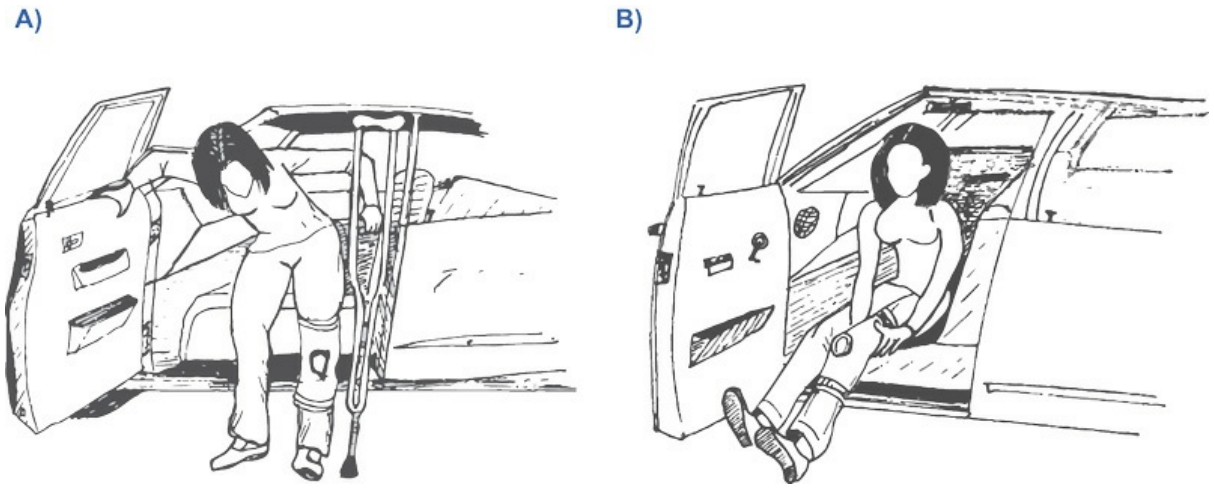


Figura 18-16. Movimientos para entrar a un automóvil.

AL SALIR DEL AUTOMÓVIL

1. El paciente se deslizará hacia el lado y la orilla del asiento del coche, levantará la pierna o pie lesionado fuera del automóvil junto con la pierna fuerte y coloca el talón de la pierna fuerte en el suelo (figura 18–17a).
2. Se empujará hacia fuera del coche y se levantará sobre la pierna fuerte (figura 18–17b).

Figura 18-17. Movimientos para salir de un automóvil.

AL SUBIR LAS ESCALERAS

Escaleras sin barandal

1. El paciente se sitúa en una posición erguida cerca del escalón, apoyará el peso sobre los travesaños de las muletas (figura 18–18a).
2. Subirá la escalera primero con la pierna fuerte, mientras se apoya en los travesaños de las muletas (figura 18–18b).
3. Primero se endereza la pierna fuerte y nivelar las muletas, al mismo

tiempo que la pierna o pie lesionado con la escalera (figura 18–18c).

4. Repetir los pasos para continuar el ascenso (figura 18–18d).

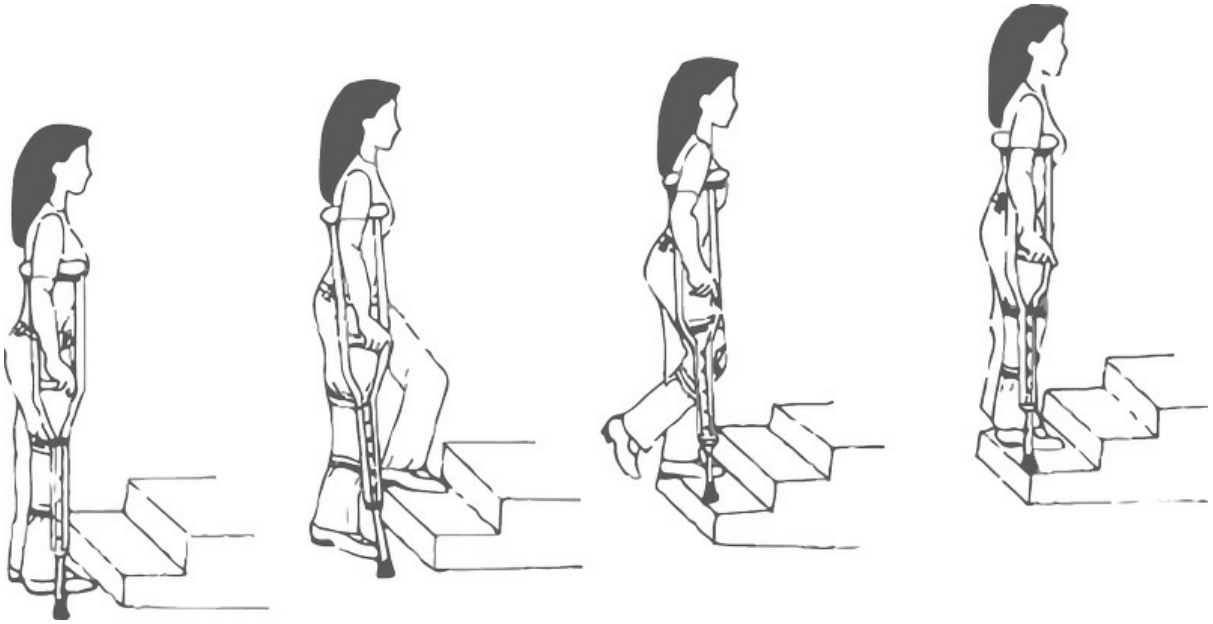


Figura 18-18. Para subir escaleras sin barandal.

Escalera con barandal

1. El paciente se coloca en una posición erguida cerca del primer escalón, sostendrá la muleta sobrante con la mano que soporta, coloca las muletas debajo de su brazo lejos del barandal, tomará el barandal con la otra mano, las muletas las tendrá sobre el nivel que esté parado y apoyará el peso sobre el barandal y los travesaños (figura 18–19a).
2. Levantará la pierna fuerte al siguiente escalón, dejará que la pierna lesionada siga a la sana de manera automática (figura 18–19b).
3. Enderezará la pierna fuerte al siguiente escalón y dejará que la pierna lesionada siga de manera automática (figura 18–19c).
4. Si las escaleras tienen barandal en ambos lados, sostendrá del que está del lado lesionado.
5. Repetirá los pasos para continuar el ascenso.

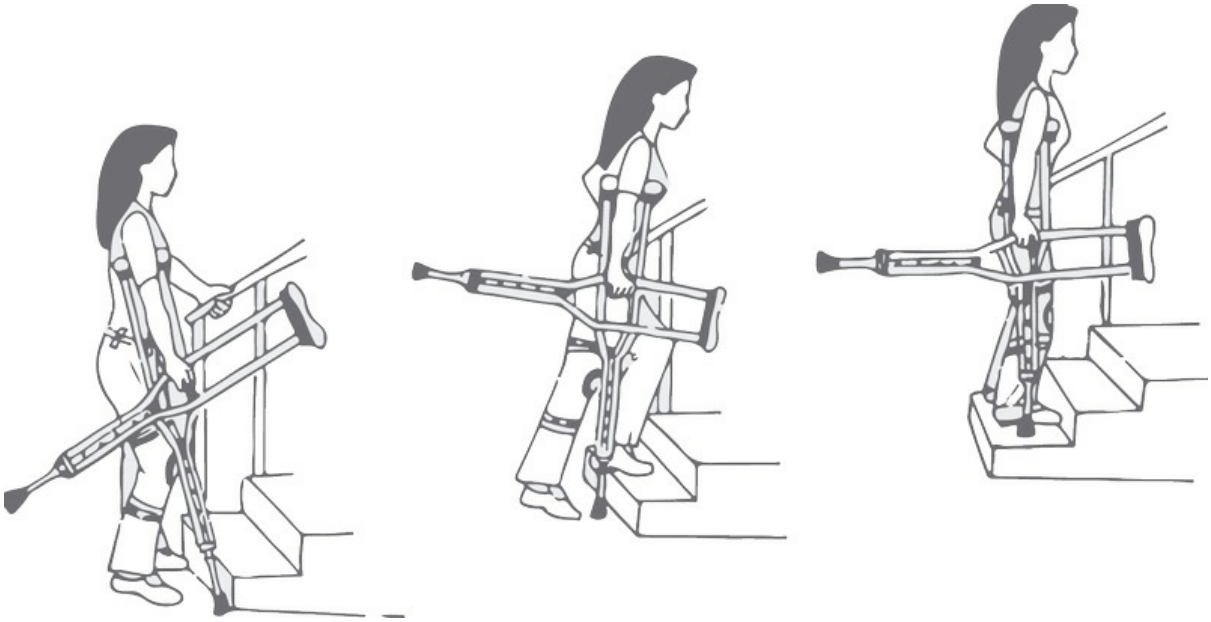


Figura 18-19. Subir escaleras con barandal.

AL BAJAR LAS ESCALERAS

Bajar con la débil

1. Se coloca al paciente en una posición erguida cerca de la primera escalera (figura 18–20a).
2. Con todo el peso se apoya sobre la pierna fuerte, coloca las muletas sobre el primer escalón hacia abajo y moverá la pierna o pie lesionado hacia abajo, apoyará el peso sobre el travesaño de las muletas, la pierna fuerte la dobla al bajar con lentitud el cuerpo (figura 18–20b).
3. Se mueve la pierna fuerte al escalón en donde se encuentran las muletas. Repetir estos pasos para continuar el descenso (figura 18–20c).

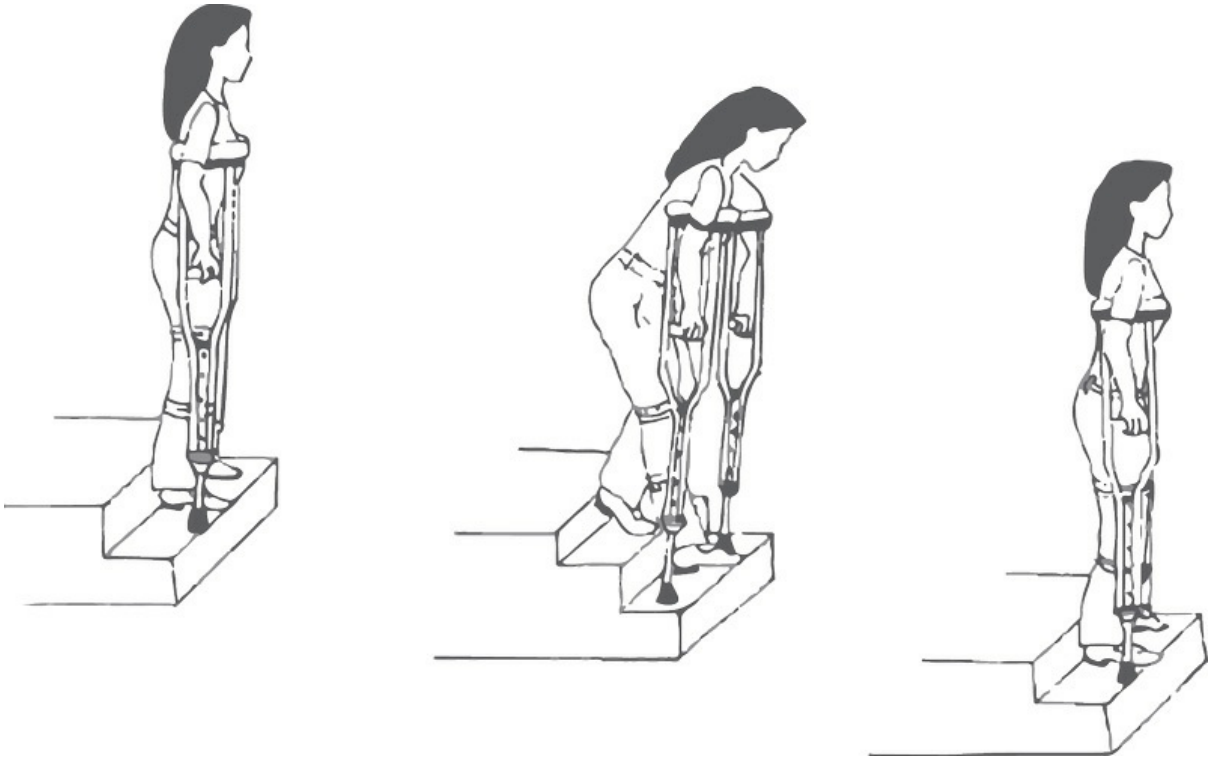


Figura 18-20. Bajar escaleras sin barandal.

Al bajar escaleras con barandal

1. El paciente se coloca en una posición erguida cerca del primer escalón, sostiene la muleta sobrante con la mano en la que tiene la muleta que soporta el peso, coloca las muletas debajo del brazo lejos del barandal, se sostendrá el barandal con la otra mano (figura 18–21a).
2. Apoyará todo el peso sobre la pierna fuerte y colocará las muletas sobre el escalón de abajo, extenderá la pierna o pie lesionado hacia delante, su apoyo del peso está en el barandal y en el travesaño de las muletas (figura 18–21b).
3. Moverá la pierna fuerte hacia el escalón de abajo y se repite este procedimiento para continuar el descenso (figura 18–21c).
4. Si las escaleras tienen un barandal de cada lado, utilizar el barandal del lado más cómodo o el que no está del lado de la pierna lesionada.

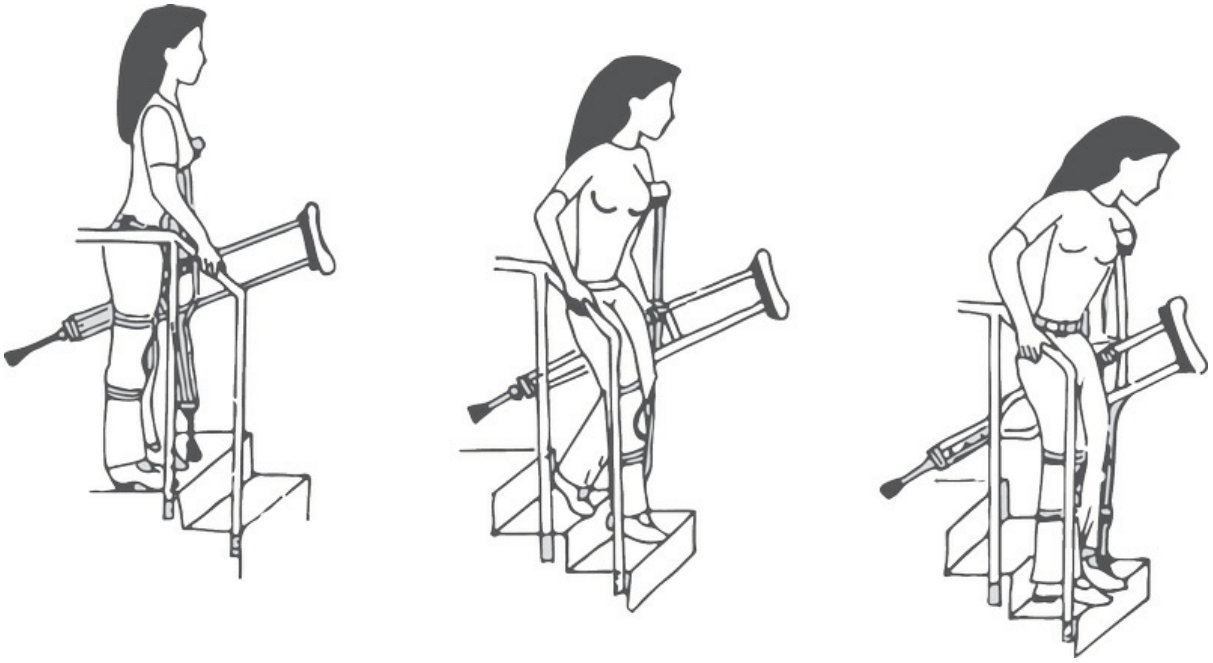


Figura 18-21. Bajar escaleras con barandal.

PARA PONERSE DE PIE

Antes de realizar dicha acción, el paciente debe asegurarse que el asiento, la silla de ruedas o banco no se moverá.

1. El paciente se desliza hacia la parte delantera del asiento, (figura 18–22a) estirará el pie o pierna lastimada hacia enfrente, para que descanse el talón sobre el suelo (figura 18–22b).
2. Colocará el pie de la pierna sana sobre el suelo con firmeza, coloca las muletas en una posición vertical, con las puntas firmes sobre el suelo al lado del paciente y después sostendrá las muletas sobre el travesaño (figura 18–22b).
3. Con la otra mano se apoyará sobre el brazo de la silla o el asiento y se levantará (figura 18–22c).
4. Se pondrá de pie con todo el peso sobre la pierna sana, asegurándose de que esté equilibrado (figura 18–22d), después colocará las muletas en los brazos una por una.

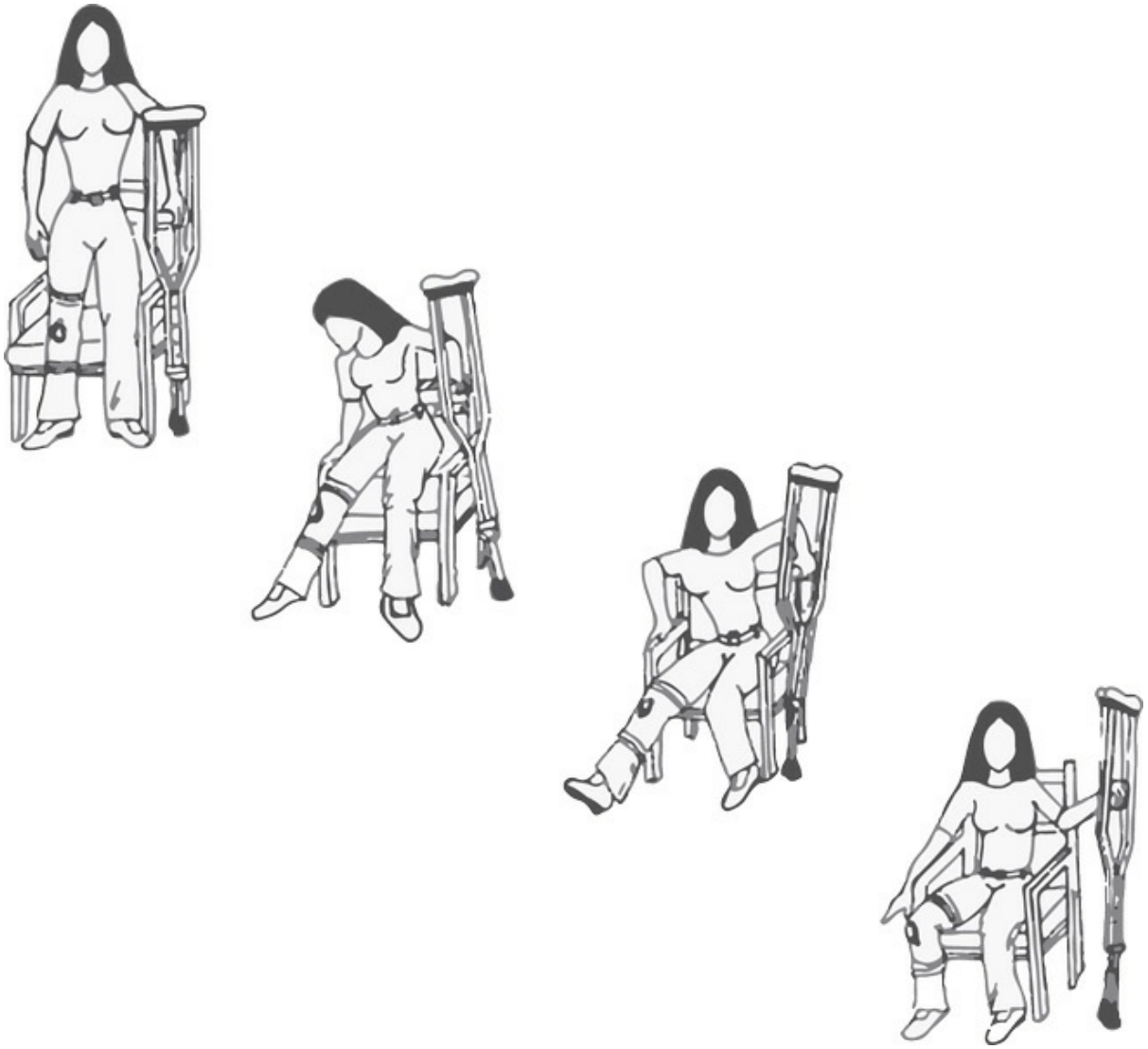


Figura 18-22. Movimientos para levantarse con muletas.

AL CAMINAR

El movimiento de caminar con muletas apoya todo el peso sobre las muletas y la pierna sana, con un mínimo de peso sobre la pierna lesionada. Esto depende del padecimiento.

Apoyo de peso

1. El paciente se para erguido con el peso apoyado sobre la pierna sana (figura 18–23a).
2. Moverá el pie o la pierna lesionada hacia adelante, al momento de mover las dos muletas (figura 18–23b).
3. Colocará la mayor parte del peso sobre las palmas de las manos. Se apoya una parte mínima del peso sobre la pierna lesionada, según el

padecimiento, dar un paso adelante con la pierna lesionada (figura 18–23c).

4. Repetir estos pasos para mantener el movimiento de avance (figura 18–23d).

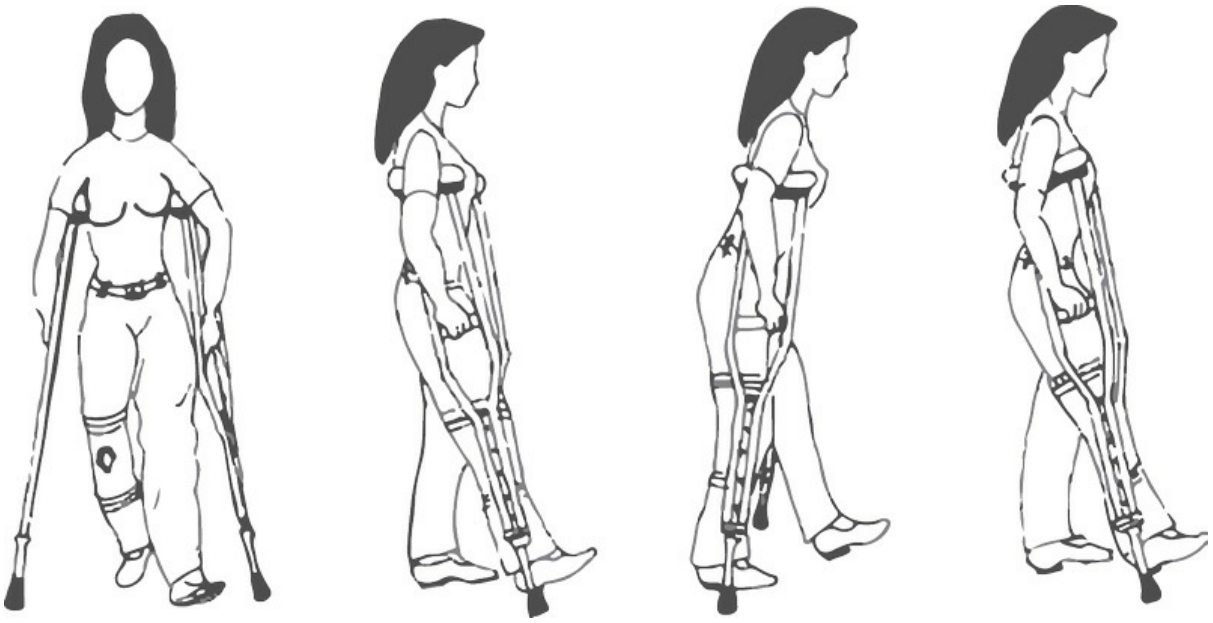


Figura 18-23. Empleo de las muletas cuando puede apoyar el peso.

Sin apoyo de peso

1. Se para el paciente, centrado, con todo el peso en la pierna sana (figura 18–24a).
2. Se mueve las muletas hacia adelante, con flexión de la rodilla, del pie o pierna lesionada, de manera que no toque el suelo (figura 18–24b).
3. Apoyará todo el peso corporal sobre los travesaños de las muletas, se balancean las dos piernas por el centro de las muletas y apoyará todo el peso sobre los travesaños de las muletas (figura 18–24c).
4. Hará aterrizaje primero con la pierna sana, con el talón frente a las muletas, repetirá estos pasos para mantener el movimiento de avance (figura 18–24d).

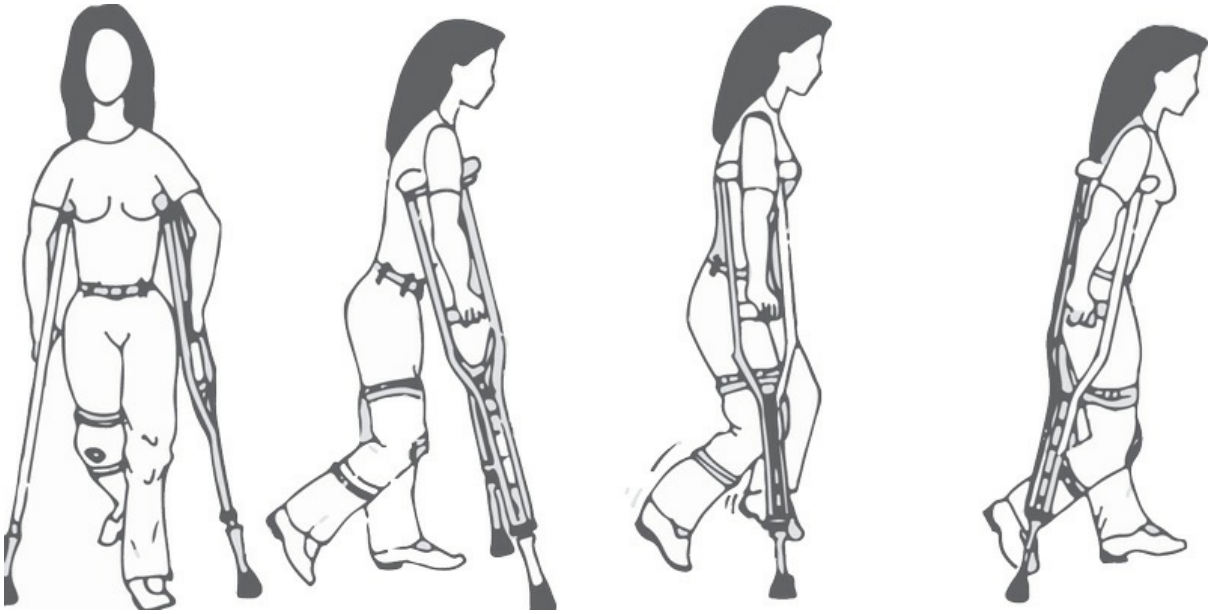


Figura 18-24. Empleo de las muletas cuando puede apoyar el peso.

TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DEL BASTÓN

Los bastones están hechos de madera, plástico, o aluminio. Un bastón de aluminio se puede ajustar para adaptarse a su estatura. La parte inferior del bastón por seguridad tiene una punta de goma o regatón antiderrapante para evitar resbalones o caídas.

El soporte o mango del bastón más común es redondo en forma de gancho. Siempre es mejor recomendar un bastón que tenga el mango de madera o plástico en lugar de uno metálico; porque el metálico se resbala con mayor facilidad de las manos.

El mango recto, o un bastón con mango “T”, se recomienda si el paciente tiene falta de fuerza muscular en las manos. Los bastones con bases amplias son aquellos, por lo regular, con poco peso bastante ligeros los hay de 3 o 4 patas. Estas patas dan máximo apoyo. Son recomendados para pacientes con falta de equilibrio.

Uso del bastón según la superficie

Piso plano:

- Colocar el bastón aproximadamente 10 cm del lado de la pierna más fuerte.
- Mantener el peso corporal sobre su lado más fuerte.
- Adelantar el bastón aproximadamente 10cm frente de la pierna más fuerte, y mover la pierna débil hacia el frente a la misma vez.

- Usar el bastón para ayudar a quitar el peso de la pierna más débil y mover la pierna más fuerte hacia delante.
- Colocar el talón un poco más adelante de la punta del bastón.
- Para usar el bastón en las escaleras es la misma forma, siempre bajar con la pierna más fuerte igual que al subir, es importante que el paciente no se quede solo.

Para poder sentarse en una silla:
- Ayudar a posicionar al paciente con la parte de atrás de las piernas hasta topar con el asiento de la silla.
- Dejar el bastón a un lado de la silla.
- Estando en la posición anterior el paciente tiene que estirar los brazos hacia atrás hasta alcanzar con las dos manos los brazos de la silla.
- Levantar poco a poco del piso la pierna más débil.
- Recargar todo el peso del cuerpo sobre la pierna más fuerte.
- Sentarse poco a poco y hasta atrás lo más que se pueda hacia el respaldo de la silla.

Para levantarse de una silla:
- Sostener el bastón con la mano más fuerte.
- Impulsarse con los brazos de la silla.
- Colocar el pie más fuerte un poco hacia delante.
- Inclinarse un poco hacia delante y recargarse, y empujar sobre los brazos de la silla para poder levantarse.
- Una vez que esté en pie pedirle que coloque su bastón a una distancia aproximada de 10 cm al lado del pie más fuerte.

Precauciones generales:
- Zapatos con suelas antiderrapantes o de caucho, como tenis. No debe usar pantuflas porque la suela es muy resbalosa y puede zafarse de los pies y provocar una caída. No usar tacones.
- El piso debe estar limpio, seco y bien iluminado. Quitar tapetes y revisar bordes en el mosaico para evitar tropezones y caídas.
- El paciente debe permanecer de pie unos segundos antes de caminar con el bastón. Esto ayudará a evitar mareos.
- Hacer cargas de peso para que el paciente se sienta más seguro al iniciar la marcha.
- Tener la vista hacia adelante cuando camina.

SILLAS DE RUEDAS ELÉCTRICAS

Están diseñadas para trasladar al paciente cuando éste no tiene la fuerza ni la capacidad para hacerlo por sí mismo. Si bien existe una gran variedad de estilos y accesorios especializados, el principal mecanismo por el que funcionan es el mismo: son alimentadas por una batería y controladas por una interfaz de una pequeña computadora. Las baterías de las sillas de ruedas eléctricas tienen que ser recargadas.

Debido a que las sillas de ruedas eléctricas están diseñadas para personas de todas las capacidades, la interfaz por la que se controlan puede ser modificada para adaptarse a cualquier necesidad. Muchas son dirigidas por una palanca de mando, aunque algunas personas pueden utilizar un mango especial, un control de la cabeza o en el mentón, o incluso un popote sensible a la que soplan aire.

En la actualidad, las sillas de ruedas eléctricas son capaces de reclinarse, inclinarse e incluso se elevan para mejorar la comodidad, aliviando la presión o adecuando a la persona a la altura de una mesa alta.

La silla de ruedas que cuenta con tracción trasera es la más rápida, pero también la más inestable en terreno desigual. La rueda central puede girar en espacios muy reducidos, pero se maneja mejor en superficies lisas.

La silla de ruedas con tracción delantera es la más lenta, pero es más estable. También hay modelos que sube bordillos o incluso las escaleras.

Componentes de la silla de ruedas eléctrica

Base. La base es la parte inferior y es donde se encuentran los motores, las baterías, las ruedas motrices y las rueditas delanteras (también llamadas **casters**) y aparatos electrónicos al que está conectado un sistema de transporte. Ésta se clasifica de acuerdo con la ubicación de la rueda motriz en relación con el centro de gravedad del sistema.

Tracción trasera. Las ruedas motrices se encuentran detrás del centro de gravedad del usuario, y las rueditas caster, adelante. Tiene características de manejo predecibles y estabilidad, pero pueden ser difíciles de maniobrar en lugares estrechos debido a su radio de giro más amplio.

Tracción delantera. Las ruedas motrices se encuentran delante del centro de gravedad, y atrás se encuentran las rueditas caster. Esta configuración suele ser bastante estable y ofrece un radio de giro ajustado. Sin embargo, pueden tener tendencia a derrapar y ser difíciles de conducir

en línea recta.

Tracción central. Las ruedas motrices se encuentran debajo del centro de gravedad. Tienen un radio de giro menor, lo que las hace más efectivas para la movilidad en interiores, pero no tan buena, en exteriores.

Controles. El dispositivo usado para controlar la silla de ruedas eléctrica se llama dispositivo o unidad de control de acceso. También puede utilizarse con sistemas de control ambiental y de acceso computarizado. Estos controles son, por lo general, programables y pueden ser operados utilizando diversos tipos de interruptores (como los que son activados por la boca con sorbos y soplidos).

Asiento y posicionamiento. Son una parte esencial de su silla de ruedas y juegan un importante papel en su comodidad, funcionamiento, seguridad y salud. El sistema de asiento debe ser recetado y diseñado de manera específica conforme las necesidades físicas y funcionales de cada paciente.

Cojines y respaldos. Están hechos de distintos materiales, como de espuma moldeada, almohadillas de aire, combinaciones de aire y espuma, y gel. Varían en cuanto a qué tanto absorben la distribución de la presión, la estabilidad postural, la circulación del aire, el aislamiento o la conducción de calor. La elección del estilo y el material dependerá de sus necesidades individuales y actividades.

Espacio para inclinar y reclinar. Las tecnologías del espacio para reclinar e inclinar la silla alivian la presión, administran la postura. El reclinar, lo que cambia el ángulo entre el asiento y el respaldo, ayuda a extender los flexores de la cadera y vuelve más conveniente para los cuidadores la atención a los catéteres, la ida al baño y las transferencias.

Las personas que no pueden cambiar en forma independiente el peso o hacer una transferencia deben tener en su silla de ruedas un sistema de espacio para inclinar y reclinar.

Asientos elevables y sillas que se levantan. Las sillas de ruedas eléctricas pueden tener asientos elevables o mecanismos que ponen en posición vertical al paciente mientras está en la silla. Los asientos elevables pueden brindar ayuda con las transferencias. Además, los asientos elevables pueden hacer más fácil y más funcional la ejecución de actividades que se realizan por encima de la altura de los hombros.

Sillas de ruedas asistidas

Las sillas de ruedas asistidas son en principio sillas de ruedas manuales con un motor que ofrece asistencia de propulsión cuando se desee. Esto

permite que el paciente mueva la silla de ruedas de manera más rápida y fácil, y le ayuda a superar obstáculos tales como las rampas empinadas.

Para las personas con dolor de hombro o tetraplejía (cuadriplejía), esta opción puede ser un buen compromiso entre una silla de ruedas manual y una eléctrica.

Grúas para traslado de pacientes

Una grúa es una ayuda técnica que permite realizar las transferencias de forma más segura y cómoda para las personas dependientes y con menos esfuerzo para el trabajador que las transferencias hechas de forma manual. Las aplicaciones más frecuentes de las grúas son:

- Realizar todo tipo de transferencias: silla de ruedas, cama, inodoro, ducha, bañera, otros.
- Realizar traslados (p. ej., del dormitorio al cuarto de baño).
- Levantar y bajar al paciente desde el suelo.
- Uso conjunto con otras ayudas técnicas como las sillas para bañarse.

Las grúas son seguras y cómodas, disminuyen mucho la posibilidad de que el paciente se caiga y evitan adoptar malas posturas al ser trasladado y reducen de manera considerable el riesgo de lesiones de espalda a los cuidadores o familiares.

Para cualquier transferencia o movilización que implique un levantamiento se recomienda el uso de una grúa para evitar lesiones tanto al paciente como a las personas que lo asisten.

El arnés de la grúa protege a la persona aplicando las fuerzas de manera uniforme, por el contrario en las transferencias a mano estas fuerzas son mucho mayores y pueden producir incomodidad y dolor.

Se utiliza algo más tiempo en hacer las transferencias, pero sólo es necesario una persona en lugar de varias como ocurre en las transferencias de forma manual. Además, la práctica en el uso continuado de grúas reduce de manera considerable el tiempo de transferencia.

Las grúas son fáciles de usar, las transferencias con las grúas necesitan menos precisión y entrenamiento que las transferencias manuales.

Especificaciones para el uso de grúa

- La grúa y el arnés deben ser adecuados al peso, las dimensiones y las

características personales.

- La grúa debe estar adecuada para realizar todas las transferencias y traslados que sean necesarios de la forma más cómoda y sencilla para el paciente.
- Es necesario analizar el lugar donde se va utilizar la grúa para comprobar que ésta puede funcionar de forma correcta en todas las situaciones previstas. Hay que considerar, por ejemplo, las dimensiones de las habitaciones donde se van a utilizar las grúas móviles o la resistencia de la estructura de la vivienda en grúas de pared y techo.
- El arnés tiene que ser cómodo para el paciente y no clavarse en las axilas ni en los muslos. Debe ser fácil y rápido de colocar. Todos los controles para elevar o bajar a la persona elevada deben ser accesibles y manejables de forma sencilla.
- La grúa ha de ser estable al vuelco en todas las direcciones, tanto cargada como descargada.
- Deben ser plegables o desmontables sin herramientas para facilitar su almacenaje y transporte.

BIBLIOGRAFÍA

Boninger ML, Cooper RA, Fay B, Koontz A: Musculoskeletal Pain and Overuse Injuries in Spinal Cord Medicine: Principles and Practices, Demos Medical Publishing, NY, 2003.

Boninger M: The Electric Wheelchair: What the SCI Consumer Needs to Know, Model Systems Knowledge Translation Center de la University of Washington.

CAPÍTULO 19

Rehabilitación en ciegos y débiles visuales

DISCAPACIDAD VISUAL

Se llama discapacidad visual cuando la visión está disminuida en un 85%, se presenta en niños, jóvenes y adultos; puede volverse relativa implementando para ellos una propuesta individual, basada tanto en programas educativos como en terapias de rehabilitación, según el grado de la discapacidad.

La discapacidad visual existe cuando el paciente no puede ver, a pesar de utilizar lentes u otras estrategias, con ninguno de los dos ojos ni percibir la información visual que se requiera para aprender, trabajar o realizar las actividades de la vida diaria y cuando, además, ya los médicos especialistas comprobaron que no existe tratamiento para mejorar, entonces se está hablando de auténtica discapacidad visual.

La discapacidad visual no es lo mismo que la ceguera, la población que está afectada de una u otra manera por las limitaciones que le impone su discapacidad visual no son ciegos, sino que ven restos visuales que se pueden utilizar para muchas actividades. Hay muchas cosas que los pacientes pueden hacer siendo débiles visuales que no requieren una visión fina o normal.

Ceguera: se refiere a la ausencia total de percepción visual o percibir luz sin lograr definir qué es o de dónde proviene.

Débil visual: se refiere a quien tiene una agudeza visual menor a 20/200, esto quiere decir que el paciente ve a 20 metros lo que una persona normal ve a 200. Funcionalmente hablando, tiene discapacidad visual, pero no es ciego y puede realizar muchas tareas visuales.

La debilidad visual puede permitir desplazarse en forma normal, puesto que caminar, correr y otras actividades motoras no requieren visión fina. Por lo tanto, es frecuente que niños débiles visuales de nacimiento sean prejuzgados como flojos, lentos a consecuencia de no saber que ven mal

(puesto que no conocen lo que es “ver bien”), no saben explicar su carencia y sus papás o maestros, no han detectado la causa de sus necesidades educativas especiales. Es necesario asegurarse de que las diferentes capacidades del niño son las “normales” y considerar que los niños débiles visuales no saben que ven mal, no pueden explicar y su respuesta a las actividades está basada en la forma que “alcanza a ver”, pareciendo lento o torpe.

La debilidad visual es muy difícil de dimensionar y conceptuar, tanto para quien la padece como para quien convive con el paciente, a quien se le ha denominado como: débiles visuales, disminuidos visuales, baja visión, visión subnormal, ambliopes, semiciegos, entre otros.

Este tipo de pacientes tienen mayores desventajas para ser incluidos en la sociedad, ya que en el ciego es evidente su discapacidad y es más fácil identificado y apoyado por la comunidad, un débil visual puede pasar desapercibido e incluso, cuando requiere ayuda. Vivir esta situación desde la infancia, sin orientación y apoyo, puede crear grandes desajustes de personalidad. Las causas que provocan discapacidad visual son muchas y muy variadas: pueden ser hereditarias como la retinosis pigmentaria, adquiridas como las infecciones oculares mal tratadas, por accidente, por enfermedad; la diabetes es la causa principal de ceguera a nivel mundial, por desnutrición, por drogadicción, alcoholismo, entre otras, algunas enfermedades que provocan ceguera o debilidad visual pueden prevenirse. Existen diversos factores que pueden generar una discapacidad visual, entre las principales se encuentran:

Enfermedades congénitas:

- Retinopatía del prematuro.
- Toxoplasmosis.
- Glaucoma.
- Microoftalmos.
- Coloboma.
- Cataratas congénitas.

Enfermedades hereditarias:

- Anírida.
- Anormalidades cornéales.
- Albinismo.
- Acromatopsia.

- Miopía patológica.
- Degeneración de la retina.
- Retinoblastoma.

Lesiones adquiridas:
- Violencia.
- Accidentes de tránsito.
- Traumatismos contundentes.
- Enfermedades e infecciones oculares.
- Automedicación.
- Enfermedades sistémicas como la diabetes.

En los casos de niños, las causas más frecuentes son la retinopatía de prematuro, el retinoblastoma y tumores intracraneales, aunque también es significativo el glaucoma infantil. Además de la diabetes como causa principal, entre las causas más destacadas de ceguera está la retinosis pigmentaria y cada vez con mayor frecuencia, la neuritis óptica provocada por inhalantes o ingerir alcohol no apto para consumo humano.

Discapacidad visual y sus implicaciones

- En el momento de su aparición la discapacidad visual puede ser congénita o adquirida.
- El grado en que está comprometida la visión de la persona, la cual puede ser en su totalidad ciega, ser débil visual severo o leve.
- Que puede ser la única discapacidad o ser síntoma de un síndrome que compromete la salud u otras áreas funcionales.
- El contexto en que se desenvuelve quien la padece, si se es querido y aceptado, se recibe estimulación, apoyo y oportunidades para ser incluido en la sociedad.

Para poder ayudar en la autonomía de los débiles visuales es indispensable utilizar programas, materiales didácticos, recursos de tecnología, en especial diseñados para este fin y dosificados con base en el nivel educativo y en las características individuales del paciente, siempre con el propósito de potenciar el desarrollo de las potencialidades de las personas ciegas o débiles visuales para que logren su autonomía, tanto para el aprendizaje como para la vida diaria.

ÁREAS ESPECÍFICAS

Comunicación

La comunicación implica toda acción para comprender o expresar algo:

- El lenguaje oral.
- La comunicación no verbal como señales, gestos y mímica.
- El lenguaje escrito, donde pueden utilizarse varios sistemas alternativos:
  1. Sistema común de escritura que emplea recursos como letras en relieve, tabla de trazos, plastilina, guías de escritura, alfabeto móvil, mecanografía en máquina de escribir mecánica o eléctrica, entre otros.
  2. Sistema Braille en sus diferentes formas: integral, estenográfico; signografía matemática, musicografía.
  3. Recursos matemáticos: ábaco Cranmer, caja aritmética, calculadoras parlantes.
  4. Computación, mediante programas especiales como lectores de pantalla o para transcribir.

Orientación y movilidad

Orientación: es el proceso cognitivo que permite establecer y actualizar la posición que se ocupa en el espacio a través de la información sensorial.

Movilidad: es la capacidad para desplazarse de un lugar a otro, para que la movilidad sea adecuada, debe ser además independiente, segura y eficaz.

Ambos conceptos están íntimamente interconectados, no entendiéndose uno sin el otro ya que no puede darse un desplazamiento independiente sin una previa orientación adecuada; y viceversa, si se está orientado, pero se carece de movilidad, no se podrá ir al lugar deseado.

El objetivo principal es rehabilitar al paciente para actuar con seguridad, eficacia, agilidad e independencia en un medio conocido o extraño, utilizando la combinación de estas habilidades, para obtener la independencia para movilizarse. Si el paciente nace con discapacidad visual o la adquiere en la primera infancia, es necesario estimularlo para que logre las competencias de desarrollo motor, conocimiento de su esquema corporal, conceptos básicos de lateralidad y ubicación, entre otras.

Estimular la habilidad de gatear, arrastrarse hacia un objeto sonoro que le

interese, girar su cabeza hacia un reflejo luminoso, son ejemplos de actos de orientación y movilidad independiente que se deben lograr en los bebés.

Caminar de manera adecuada por las calles, empieza cuando el niño va tomado de la mano de su mamá, continúa cuando lo hace tomando el brazo de un guía vidente y concluirá cuando utilice su bastón blanco o su perro guía para dirigirse a cualquier lugar del mundo.

Para que el paciente con discapacidad visual sea capaz de orientarse y movilizarse con seguridad y autonomía, es indispensable intervenir de manera oportuna e integra en su atención, ayudándolo a desarrollar las capacidades y habilidades que le permitirán lograrlo.

Una persona con debilidad o discapacidad visual desea ser independiente para movilizarse cuando se ha rehabilitado a desarrollar la autoestima y la confianza en sí misma y, además integrarlo en una sociedad que la mayoría de las veces no es incluyente.

Actividades de vida diaria

Son todas las acciones grandes o pequeñas, generales o particulares, que se realizan en la vida cotidiana. Son también las acciones para la realización de las tareas de autocuidado, cuidado del hogar, actividades sociales y de comunicación, entre otras.

Cuando un bebé nace ciego, el impacto en sus padres, familiares y contexto social es tan fuerte que oscila entre dos extremos: la sobreprotección o el rechazo. La consecuencia de cualquiera de los dos es la misma: niños que llegan a la edad escolar con severo retraso en el desarrollo y con fatídicos resultados en su calidad de vida, previsibles para la edad adulta.

Estimular y desarrollar en los niños con debilidad visual las capacidades y habilidades necesarias para realizar sus actividades de vida diaria puede convertirse en una ardua y prolongada tarea, sobre todo cuando los contextos en los que se desenvuelve (familiar, social y escolar) no comparten las mismas expectativas; pero el futuro es peor cuando todos están de acuerdo en tratarlo con lástima y sobreprotección. Los padres, maestros, terapistas, entre otros, tienen que formar un equipo para enseñar y entrenar al niño ciego o débil visual a lograr todo aquello para lo cual, la vista no es indispensable.

Entrenamiento multisensorial

Los niños con baja visión o ciegos pasan en su desarrollo por la misma progresión que los niños normales. La diferencia es que no alcanzarán un desarrollo normal en su proceso evolutivo, si no se les provoca una situación satisfactoria para que se produzca.

Es errónea la opinión generalizada de que la disminución visual grave o la ausencia total de visión agudiza de forma innata los sentidos. Es necesario que exista una estimulación sistemática y adecuada, que abarque todas las discapacidades. De lo contrario, el retraso se hace patente de manera progresiva a medida que el niño comienza su actividad independiente.

El abordaje multisensorial es útil para despertar la conciencia del niño de la presencia de sensaciones, adquiriendo de este modo la información a través de las partes de su cuerpo. Un objeto tendrá sentido para el niño débil visual o ciego, cuando pueda reconocerlo en cualquier situación y posición a través de cualquier modalidad sensorial de que disponga. Existen muchos objetos y experiencias de la vida diaria que se conceptualizan mediante información visual, pero también existen muchas posibilidades de realizar adecuaciones para que sean accesibles mediante el tacto, el oído, el olfato, entre otras.

En cualquier ambiente donde se encuentra una persona con discapacidad visual, se puede enriquecer sus experiencias a través de sensaciones y percepciones diferentes y con esto se e ayudará a generalizar y extrapolar conceptos hacia otras situaciones. El principal objetivo de la estimulación multisensorial, es propiciar en las personas ciegas o con baja visión la adquisición de conceptos y experiencias con bases concretas, para evitar en la medida de lo posible las actitudes verbalistas, que pueden inducirlos a sólo repetir palabras o hechos que, pudiendo conocer de manera tangible, sólo los conocen de palabra. Es en este sentido, las necesidades educativas especiales de quienes tienen discapacidad visual son permanentes, pues siempre van a requerir materiales didácticos adecuados a sus características, en lugar de tomar la opción de excluirlos de actividades tan simples y tan importantes como tareas de la escuela.

Eficiencia visual

En las escuelas para ciegos se pensó que pacientes débiles visuales debían ser tratados también como ciegos, pues existía la creencia que el forzar la poca visión podría ser perjudicial para la persona ya que aceleraría el proceso de la enfermedad ocular. Por consiguiente, se les exigía a los

débiles visuales funcionar como si fuesen ciegos, sin tener en cuenta para nada su potencial visual y creando en ellos una serie de desajustes y de actitudes negativas.

El paciente débil visual debe ser estimulado para utilizar su poca visión al máximo. Es decir, que la visión nunca puede ser ahorrada o gastada como se pensaba en épocas anteriores, sino todo lo contrario, cuanto más se utilice se motive al paciente para que use su visión, mayor probabilidad tendrá de obtener un mejor rendimiento visual. La eficiencia visual es el grado o nivel en donde la visión es aprovechada por la persona. Es una habilidad que se desarrolla y, mientras que a las personas con visión normal les basta la información y estimulación visual del medio para desarrollarla, las personas débiles visuales requieren un programa específico para hacerlo, pues su sistema visual está alterado.

En general, se puede decir que es posible utilizar las cinco áreas específicas en cualquier nivel de atención, desde inicial hasta adultos, haciendo las adaptaciones necesarias para cada caso en lo individual y así poder ajustar a cada necesidad los planes y programas de rehabilitación. Su objetivo principal es que a través de las áreas específicas los niños con discapacidad visual vayan desarrollando sus habilidades y estrategias que les permitirán lograr integrarse a la sociedad. En el caso de los adultos, es primordial conocer la antigüedad de la pérdida visual y sus experiencias previas como las escolares, sociales y laborales, para dar prioridad a las áreas que favorezcan más su autonomía perdida y su rehabilitación, motivándolo para elaborar un nuevo plan de vida. Reglas para facilitar la autonomía:

- Avisarle al salir de un lugar.
- Ubicarle los objetos en los lugares establecidos, si se hacen cambios y no se avisa al paciente, se puede poner en riesgo su integridad; se tiene que avisar con anterioridad dónde se hizo el cambio.
- Ayudarlos a ubicar los respaldos de las sillas, los sonidos de los objetos cuando caigan, cubrir su cara cuando se desplace sin el bastón, tocar los bordes o pasamanos de las paredes, para que sienta que puede desempeñarse con autonomía.
- Siempre ser claro en las respuestas y en la información que le va a dar, no emplear palabras como “aquí o allá”, decir siempre al frente, atrás, a la derecha, a la izquierda, entre otras.

Desarrollo del esquema corporal

Definición de esquema corporal

El esquema corporal definido por Legido dice que es la imagen corporal tridimensional tanto en reposo como en movimiento que una persona tiene de los segmentos de su cuerpo. Para Le Boulch es el continuo conocimiento e inmediato, que tenemos de nuestro cuerpo cuando estamos bien estáticos o moviéndonos. Coste lo define como el resultado de experiencia que poco a poco una persona puede tomar conscientemente con la relación del entorno, el medio dentro de sus posibilidades.

- **Planos corporales:** se refiere a la localización del cuerpo en relación con los planos corporales; costado, delante, atrás.
- **Partes del cuerpo:** es la capacidad para nombrar y localizar distintas partes del cuerpo.
- **Movimiento corporal:** son movimientos motores gruesos y distintos movimientos de los miembros.
- **Lateralidad:** es la identificación de los lados derecho e izquierdo del cuerpo.
- **Direccionalidad:** es la proyección exterior, fuera de sí mismo en términos de derecha-izquierda, delante-detrás, arriba-abajo. Conocimiento y relación de los objetos en términos de derecha-izquierda.

PARTES DEL CUERPO Y SUS FUNCIONES

Las partes del cuerpo que un paciente con debilidad visual debe identificar son: cabeza, cabello, ojos, orejas, nariz, boca, dientes, lengua, cuello, hombros, brazo, mano, dedos, pecho, cadera, estómago, espalda, pierna, rodilla, pie, tobillo, talón, dedos. También debe aprender la relación de conceptos básicos relacionados con la imagen corporal como son: arriba-abajo/ izquierda-derecha/ adelante-atrás/ costado.

Se debe enseñar también las palabras y conceptos relativos a las partes del cuerpo y sus funciones: abrir-cerrar, retorcerse, dejar caer, separado-junto, rotar, comparar, a través, círculo, similar-diferente, hacia adelante-atrás, recto, levantar, diagonalmente, hacia, por encima, flexionar, tirar-bajar, extender-estirar.

Deben explorarse los diversos movimientos de las partes del cuerpo. Explorar cada articulación por separado: cuello, codo, rodilla, entre otras. Es importante que el débil visual investigue el movimiento de las partes

del cuerpo mientras se aplican las habilidades básicas:

- Partes del cuerpo que se mueven al sentarse.
- Partes del cuerpo que se mueven al caminar.
- Partes del cuerpo que se mueven al subir una escalera.

Debe comparar y contrastar partes diferentes:
- ¿Cuántas partes del cuerpo se pueden doblar?
- ¿Cuántas partes del cuerpo se doblan en más de una dirección?

Lateralidad-direccionalidad

Izquierda-derecha

Se debe enseñar al paciente desde el principio que cualquier cosa que se encuentre a la derecha o a la izquierda cambiará cuando su posición cambie. Las actividades para desarrollar conceptos de lateralidad y direccionalidad son:

1. Sin objetos:
   - ¿Cuál es el lado izquierdo del cuerpo?
   - ¿Cuál es el derecho?
   - ¿Cuál es la mano izquierda?
   - Otras partes del cuerpo que tengan derecha-izquierda.
   - Examinar prendas de vestir que vengan por pares.
2. Con objetos:
   - ¿Qué objeto se encuentra a tu derecha? ¿Y a tu izquierda?
   - ¿Cuál es la parte derecha de este objeto?
   - Coloca este objeto a tu izquierda.
   - Coloca este objeto a la derecha de la pelota, entre otros.

Movimiento y direccionalidad

- Hacer que el paciente se mueva en las diferentes direcciones.
- Hacer que gire hacia un lado (derecha o izquierda) y se mueva luego en esa misma dirección.
- Comparar el lado izquierdo y derecho de la gente cuando el niño está delante de él o al lado.

Arriba-abajo

- Determinar qué entiende el niño por arriba y abajo.
- Ubicar la parte de arriba y abajo en relación con las partes del cuerpo.
- Estudiar la relación arriba y abajo en relación con los objetos.
- Actividades de la vida diaria que implican conceptos de arriba y abajo: levantarse, sentarse, subir las escaleras, entre otras.

Adelante-atrás

- Intentar determinar la idea acerca de los conceptos hacia adelante y hacia atrás.
- En relación con las partes del cuerpo.
- En relación con los objetos.

Puntos de referencia

Con los conceptos de direccionalidad y lateralidad el paciente debe aprender a situarse en el espacio y a moverse en él usando puntos de referencia. Para trabajar este aspecto se pueden realizar actividades como:

- Guardar un orden para la realización de un ejercicio: primero, segundo, entre otros.
- Situarse en fila, en círculo, de dos en dos, entre otros.
- Hacer diversos recorridos, debidamente señalizados, donde tenga que identificar objetos e indicar su ubicación.
- Caminar por el aula llevando un ladrillo de plástico en la mano, mientras suena una música, al pararse ésta, colocar el ladrillo en el suelo y subirse a él, mientras la música no suena. Hacer lo mismo cambiando la consigna.
- Colocarse en fila e identificar quién está delante y quién está detrás.

Desarrollo motor

Los niños ciegos, al no sentirse atraídos por los objetos de forma visual no se desplazan de forma espontánea, eso hace que su desarrollo motor se encuentre muy limitado. Por otro lado, al no tener el motor de la imitación visual de movimientos, es posible que nunca haya gateado, o andado en cuclillas, entre otras actividades.

Los siguientes ejercicios ayudarán, aunque algunos provocarán miedo, por ello hay que hacerlos de manera progresiva, hasta lograr su adaptación.

- Realizan diversos desplazamientos, y en diversas posiciones: saltando en un pie, saltando con los pies juntos, gateando, agachado, de rodillas, entre otras.
- En un colchón, el paciente debe colocarse de rodillas y dejarse caer de frente. Sentarse y dejarse caer de espalda, esto le costará mucho, pero el terapeuta debe darle confianza
- En un colchón debe rodar de costado, gatear, hacer marometas, entre otras actividades que impliquen esa posición.
- Saltar sin moverse, saltar hacia delante y hacia atrás.
- Saltar de una colchoneta a otra (es importante ofrecer una mano para dar confianza).
- Lanzar el balón hacia arriba y atraparlo.
- Lanzar el balón a una pared y atraparlo (utilizar un balón de hule espuma y muy cerca de la pared al principio).
- Botar y patear un balón.
- Caminar sobre un banco sueco en distintas posiciones.
- Moverse de diversas maneras hacia una fuente sonora. Lanzar el balón hacia una fuente sonora.

Análisis de la marcha en los ciegos

Existen cuatro fases del modo normal de caminar (andar): 1. Elevación del pie. 2) Fase de oscilación. 3) Golpe de talón. 4) Fase de reposo.

- En el modo de andar normal las fases 1 y 3 se producen de manera simultánea. Un pie se halla en la fase de elevación del pie, mientras que el otro se encuentra en la de golpe de talón.
- Las fases 2 y 4 se producen al mismo tiempo. Una pierna se encuentra en la fase de oscilación y la otra en la de reposo.
- Lo que hay que desarrollar en los niños ciegos es la adecuada coordinación de los movimientos físicos a lo largo de todas las fases del modo normal de andar.
- Es muy importante que los niños aprendan a flexionar las rodillas en la fase de oscilación.

Modos anormales de caminar (andar):
- Marcado desplazamiento hacia afuera de los pies (lo más común entre los niños ciegos, “pies de pingüino”).
- Modo de andar con una base amplia.

- Modo de andar con los pies planos (eliminación del golpe de talón, de elevación del pie o de ambos).
- Movimiento de los dedos hacia adentro.
- Modo de andar en tijera (cruzando un pie delante del otro).
- Modo de andar con rebote (excesiva elevación del cuerpo durante la fase de elevación del pie).
- No flexionar rodillas.
- Combinación de las anteriores.

Análisis de la postura en los ciegos

Con mucha frecuencia, los ciegos tienen miedo a ser observados por los videntes. Este temor tiene como consecuencia la creación de un estado de tensión autoconsciente, que surge como un intento de controlar sus movimientos físicos de un modo que consideran aceptable para los videntes.

Esta tensión física puede reducirse o aliviarse si conseguimos ayudar a los ciegos a desarrollar la posibilidad de crear una buena apariencia externa al desplazarse. La buena apariencia que incluye una buena postura se halla en relación directa con la imagen corporal.

Reflejos referidos a la postura

Los ciegos se apoyan de manera fundamental en mecanismos reflejos propioceptivos para mantener una postura y desplazarse. Con frecuencia la ceguera causa la distorsión de estos mecanismos exagerándolos, en un intento por compensar la falta de vista.

El mecanismo reflejo primario es el que constituyen los reflejos tónicos del cuello. En los ciegos existe una tendencia a inclinar el cuerpo hacia adelante al andar, lo que lleva a concepciones erróneas sobre el sentido de la verdadera posición vertical del cuerpo. Hábitos como el balancearse, el inclinarse, entre otros se consideran intentos que realiza el niño ciego para orientarse de manera exclusiva mediante la utilización de los mecanismos propioceptivos. La postura es una manifestación de la relación cambiante existente entre las partes de un todo integrado.

Evaluación de la postura

Es importante observar la postura de la persona ciega desde la posición en

pie: visto por delante (visión frontal); visto por detrás (visión posterior) y de lado (visión lateral). Se debe utilizar el mismo procedimiento para la evaluación de la postura sentado.

Partes específicas del cuerpo en las que es preciso prestar atención (en posición de pie):

- **Posición de la mano:** no echada hacia adelante, inclinada hacia un lado.
- **Hombros:** cuadrados (no redondeados, inclinados, encorvados, entre otros).
- **Espalda**: alineamiento vertical de la columna vertebral: a) lordosis; b) cifosis; c) escoliosis.
- **Abdomen y pelvis:** estómago saliente, inclinación de la pelvis.
- **Rodillas y pies:** colocación de los dedos hacia adentro o hacia afuera, base de apoyo amplia, rodillas en rotación interna.

En la posición de sentado:
- Cabeza hacia afuera, barbilla hacia adentro.
- Espalda recta.
- Rodillas dobladas.
- Pies planos sobre el suelo.

Observar todas las articulaciones corporales que intervienen en el movimiento y las partes del cuerpo en las que se descubren limitaciones en el movimiento.

Las anormalidades más comunes en la posición de pie son:
- Colocación sobre una base amplia.
- Dedos colocados hacia afuera.
- Inclinación del cuerpo, en general hacia adelante.
- Hombros y espaldas hundidos.

Las formas más comunes de posturas inadecuadas:
- Marcada colocación hacia afuera de los dedos.
- Espalda redondeada, cifosis dorsal.
- Inclinación grave de cabeza hacia adelante.
- Colocación sobre una base amplia cuando se está de pie.
- Debilidad de los músculos abdominales, lordosis lumbar.

- Contracción de los músculos de las extremidades inferiores.

REHABILITACIÓN DE LA POSTURA EN EL CASO DE LOS CIEGOS

El método más positivo es la realización de repetidas prácticas hasta que el paciente ciego pueda adoptar la correcta alineación del cuerpo sin tensión física. Los ejercicios adecuados tendientes a lograr relajación (y cuando sea necesario ejercicios de reforzamiento). Constituyen un apoyo y contribuyen a aumentar el proceso de formación de una alineación correcta del cuerpo. La orientación en el medio circundante reduce el temor al movimiento y ayuda a reducir la tensión física innecesaria.

La postura es un hábito, una buena postura contribuye a conseguir una buena apariencia externa y a la eficaz utilización del cuerpo. La corrección de las posturas defectuosas exige tiempo, comprensión y paciencia. El paciente debe de tener constancia y deseo de transformar un hábito defectuoso en otro más positivo. La postura implica algo más que poder estar derechos de pie. Implica mantenerse con seguridad al mover el cuerpo en la actividad de trabajo a lo largo del día.

Los músculos deben tener la fuerza suficiente y bastante relajación para poder actuar con mayor eficacia. Para el movimiento es necesario llevar a cabo la flexibilidad de las articulaciones. No existen dos seres humanos iguales, lo que para uno constituye una postura adecuada no tiene por qué serlo necesariamente para otro. El niño en edad de escuela primaria está todavía en la etapa de constitución de sus hábitos en cuanto a la postura. Ese es el momento idóneo para que los malos hábitos se cambien por los correctos.

Ejercicios posturales para ciegos

Ejercicio 1. Adoptar una postura correcta en pie, en general los músculos del abdomen y los de la cadera posterior se mantienen tirantes. Respirar honda y completamente. Levantar los brazos hacia adelante, por encima de la cabeza los codos, las muñecas y los dedos extendidos en su totalidad. Este movimiento deberá realizarse muy despacio. Estirar los brazos hacia arriba en la parte superior del movimiento del brazo. Volver los brazos a la posición inicial con el mismo arco de movimiento, el mismo ritmo y el mismo grado de tensión muscular que en el punto anterior. Exhalar y relajarse.

Ejercicio 2. Lo mismo que en el 1, exceptuando que los brazos se levantan hacia los lados. Las palmas de las manos se vuelven al llegar al nivel de los hombros, de forma que queden una frente a la otra en el punto más alto del movimiento.

Ejercicio 3. Lo mismo que en el 1, salvo que las manos se colocan detrás de la cabeza, llevando los codos hacia adelante en dirección del centro del cuerpo y volviendo a los costados.

Ejercicio 4. Flexión lateral del cuerpo, derecha e izquierda: adoptar una postura correcta en pie, las manos pueden situarse sobre las caderas. Respirar honda y completamente. Doblar el cuerpo hacia el costado, realizando todo el movimiento al nivel de la cintura. Volver a la posición de pie. Exhalar y relajarse (**repetir la inclinación hacia el lado opuesto.)**

Ejercicio 5. Inclinación del tronco hacia adelante: adoptar una postura correcta en pie con las manos sobre las caderas. Respirar hondo y completamente. Inclinar el tronco hacia delante por las caderas, manteniendo una posición recta de espalda, cabeza y hombros. Volver a la posición de pie. Exhalar y relajarse.

Ejercicio 6. Postura correcta en pie con las manos en la cintura. Respiración honda y completa. Paso del peso del cuerpo a un pie, levantar la pierna opuesta sin doblar la rodilla. En un principio tal vez sólo sea posible levantar la pierna unos pocos centímetros sin perder el equilibrio. A medida que vaya mejorando la fortaleza y la coordinación, irá aumentando el equilibrio. Vuelta a la posición correcta en pie. Exhalación y relajación.

Ejercicios para hombros

Ejercicio 1. Con los brazos en los costados, levantar las puntas de los hombros hacia las orejas, luego relajarse.

Ejercicio 2. Brazos en los costados, echar los hombros hacia atrás (llevando los omoplatos juntos hacia el centro de la espalda), luego llevar los hombros hacia delante. Relajarse.

Ejercicio 3. Hombros hacia arriba y hacia delante (al mismo tiempo), luego hacia abajo y hacia atrás (siguiendo un movimiento circular en el sentido de las agujas del reloj).

Ejercicio 4. Inclinar la cabeza hacia delante de manera que la barbilla toque el pecho, luego inclinar la cabeza hacia atrás.

Ejercicio 5. Girar la cabeza hacia la derecha y luego a la izquierda, manteniendo el cuerpo quieto (en especial los hombros).

Objetivos de los ejercicios

- El objetivo principal es conseguir la relajación y disminuir la tensión física.
- En los ejercicios de la serie 1, los factores fundamentales están constituidos por la respiración profunda y el movimiento lento.
- Los ejercicios de la serie 2 deberán repetirse cada uno de cinco a diez veces y despacio.

Ejercicios para fortalecer una postura correcta

Ejercicio 1. Mantener el equilibrio de un objeto sobre la cabeza. Se trata de uno de los mejores métodos para enseñar a una persona a mantener la cabeza en una posición correcta al andar. Para ello pueden utilizarse libros.

Ejercicio 2. Bajar un palo por detrás de los hombros. Se mantiene el palo delante de las palmas de las manos mirando al cuerpo. Sin cambiar la posición de las manos, se sube el bastón por encima de la cabeza y se baja por detrás de los hombros. La cabeza debe mantenerse derecha. Este ejercicio sirve para corregir los hombros redondeados y la colocación de la cabeza inclinada hacia delante.

Ejercicio 3. Incorporación parcial. Posición supina sobre el suelo o sobre una alfombra, levantar la cabeza y los hombros del suelo, pero sin llegar a una posición de sentado completo. Este ejercicio es para fortalecer los músculos abdominales. Puede exigir un mayor esfuerzo colocando las manos detrás de la cabeza o del cuello.

Ejercicio 4. Se levanta la cabeza y los hombros. Esto se realiza en la posición prona con los brazos en los costados, levantando luego la cabeza y los hombros. La colocación de las manos detrás del cuello aporta a este ejercicio un mayor esfuerzo.

Ejercicio 5. Estiramiento de isquiotibiales. Este ejercicio se realiza en posición de sentado sobre el suelo con las piernas rectas hacia afuera y los pies separados a una distancia cómoda. Estírese primero hacia abajo en un lado, luego en el otro. Puede ayudar el sujetar un tobillo con ambas manos y tirar despacio y con precaución. Es preferible un estiramiento lento y cómodo al levantar y bajar en repetidas ocasiones.

Ejercicio 6. Andar supino. La persona camina sobre el borde exterior de sus pies, manteniendo los talones y los dedos sobre el suelo y poniendo atención en no permitir que el tobillo gire demasiado.

SISTEMA BRAILLE

Historia

En 1821, Charles Barbier de la Serre (1767-1861), capitán de artillería, presenta en el centro educativo de Haüy un sistema puntiforme (escritura nocturna o sonografía) que inventó para que los soldados se enviaran mensajes en relieve, para poder ser leídos al tacto, en la oscuridad. Eran signos que representaban sonidos que se leían con las yemas de los dedos y que se podían escribir con una pauta y un punzón. Pero los signos resultaban demasiado grandes y no representaban la ortografía de las palabras, sino su sonido.

Louis Braille (1809-1852), estudiante ciego del instituto fundado por Haüy, analiza el sistema de Barbier y realiza varias modificaciones: reduce el tamaño de los signos e inventa un alfabeto. En 1827, se publica el código de lectoescritura para ciegos: el sistema Braille. Además, Luis Braille adapta el sistema a las matemáticas, la música y las ciencias, y desarrolla un sistema de abreviaturas. Inventa también una pauta que permite la escritura.

El sistema Braille no fue aceptado ni difundido con facilidad, pues suponía un cambio drástico con respecto a la tendencia anterior. Es en 1840 cuando se acepta de manera oficial. En 1878, en el Congreso Internacional celebrado en París, se decide promoverlo como método universal al considerarlo el mejor sistema de lectoescritura para personas con ceguera, por su probada utilidad didáctica.

La difusión del sistema Braille como método universal de comunicación escrita para personas ciegas ha sido un factor decisivo en favor de la integración social y educativa de las personas con discapacidad visual. En la actualidad, el acceso a la información de estas personas es una realidad gracias, sobre todo, al sistema Braille.

Características del sistema Braille

El sistema Braille consiste en celdas de seis puntos en relieve, organizados como una matriz de tres filas por dos columnas, que de forma convencional se numeran de arriba a abajo y de izquierda a derecha (figura 19-1).

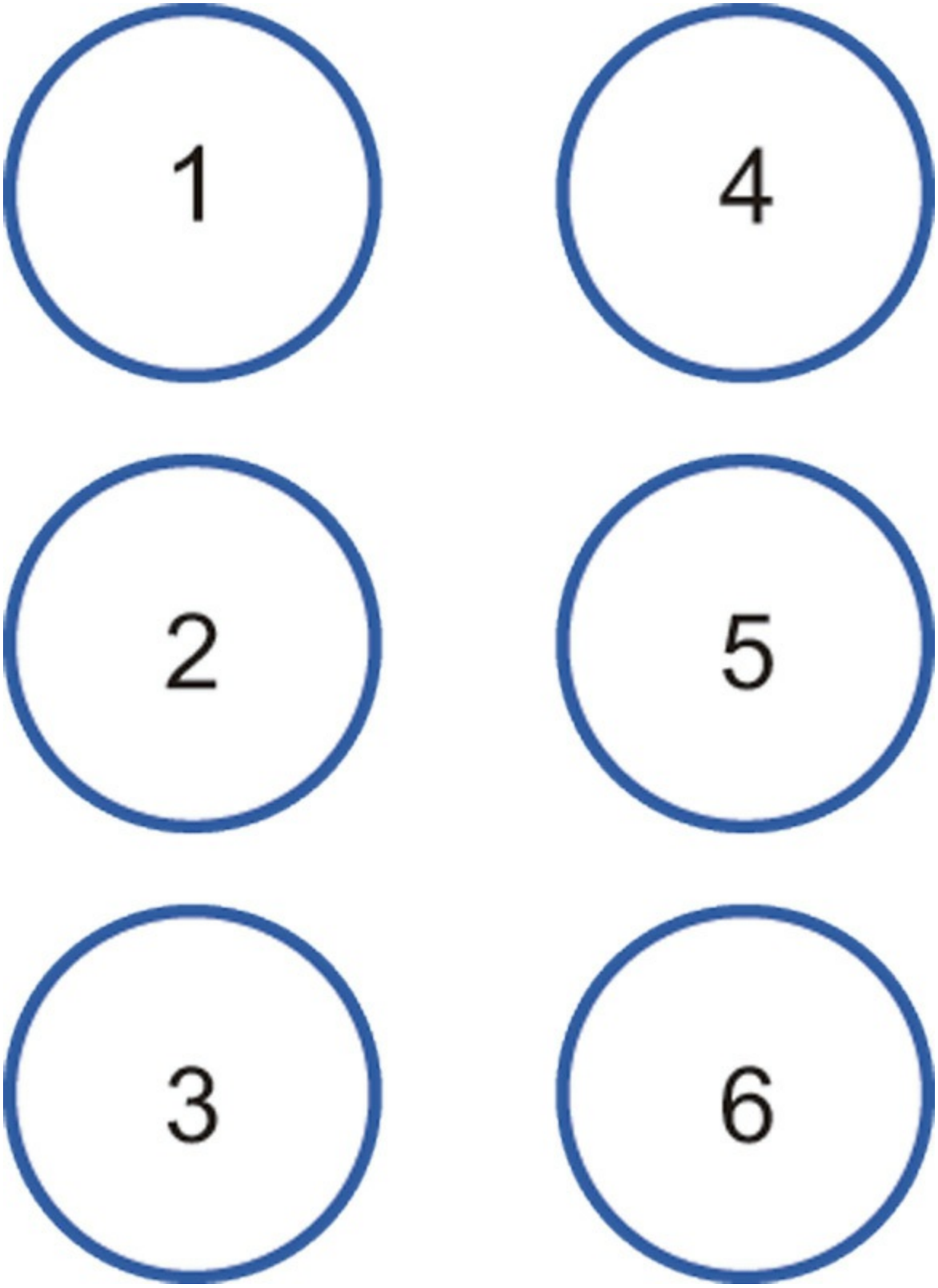


Figura 19-1. Celda de seis puntos en relieve.

Una celda de braille consiste de seis puntos en relieve perceptibles al tacto. El sistema Braille, por ser originario de Francia, utilizó muchos símbolos correspondientes a las 64 combinaciones de los seis puntos que

lo originan, para representar acentos especiales correspondientes al francés. Al utilizarse en otros idiomas, las combinaciones de puntos braille cambian de significado. Inclusive, por ejemplo, los puntos finales y signo de mayúscula cambian del español al inglés. La escritura en braille se lee moviendo la mano de izquierda a derecha, pasando los dedos por cada línea. Al agregar los puntos en varias combinaciones, se pueden formar 64 patrones diferentes.

Regleta y punzón

La regleta y el punzón son herramientas portátiles, que se usan para escribir braille, en la misma forma que con el lápiz y papel en escritura normal. Las regletas constan de dos partes planas de metal o plástico que se mantienen juntas con una bisagra en un extremo. Se abren para sujetar el papel. La parte superior tiene líneas de aberturas con la misma forma y tamaño que las celdillas braille. La parte de atrás tiene filas de pocitos ubicados de la misma manera y con el mismo tamaño que las celdillas braille.

El punzón es un trozo de metal aguzado con una parte de plástico o madera para sujetarlo. Se lo usa para perforar o dar relieve a los puntos braille en el papel que la regleta sujeta. Los pocitos de la regleta impiden que el punzón haga un agujero en el papel cuando se está escribiendo. Existen regletas y punzones de muchas formas y tamaños.

Este sistema puede ser reproducido usando una plancha y un punzón, de forma que cada punto sea generado desde el dorso de la página, escrito en una imagen a la inversa, como si se viera reflejada en un espejo. En el alfabeto Braille, por un lado tenemos las letras que pueden ir precedidas por el símbolo de mayúsculas que sólo afectaría a la primera letra como es el nombre propio de las personas o después de un punto o en el caso de siglas iría colocado delante de cada letra (figura 19-2).

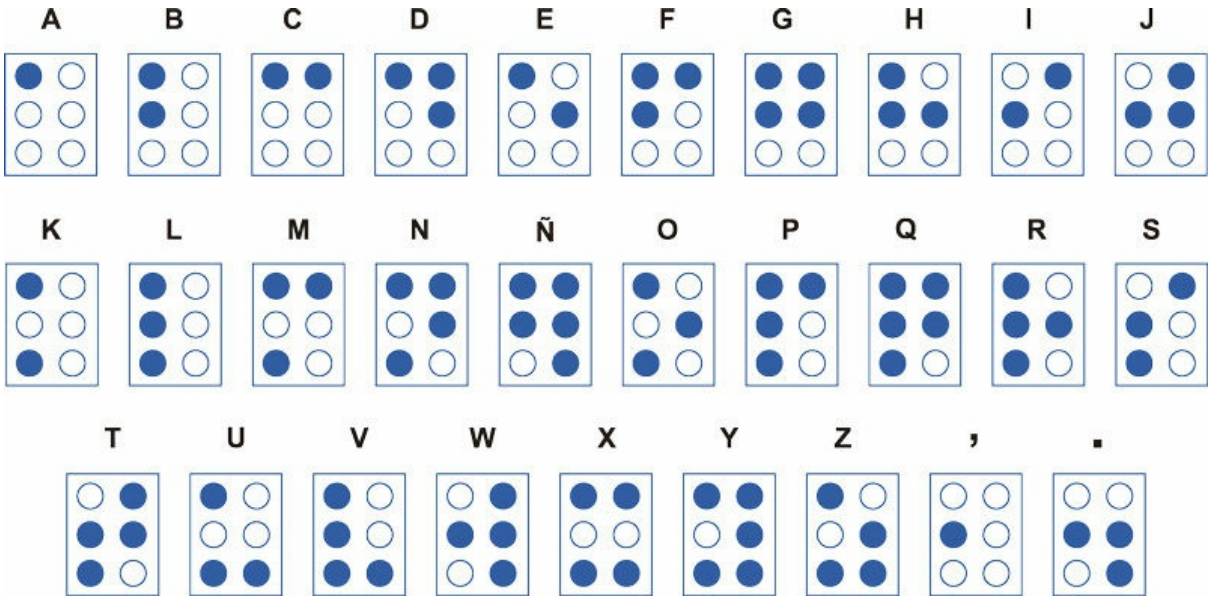


Figura 19-2. Abecedario braille.

Los números se realizan con las letras, desde la *a* hasta la *j*, siendo a-1, b-2, c-3, d-4, e-5, f-6, g-7, h-8, i-9 y j-0, pero delante del número se debe marcar el signo de número que indica que lo que viene a continuación no son letras sino números. Existen muchas posibilidades para que las personas con deficiencia visual puedan escribir al igual que la gente sin esta discapacidad, existe un sistema de símbolos de pentagrama que se realiza de igual manera, anteponiendo el símbolo de nota musical (figuras 19-3, 19-4, 19-5, 19-6 y 19-7).

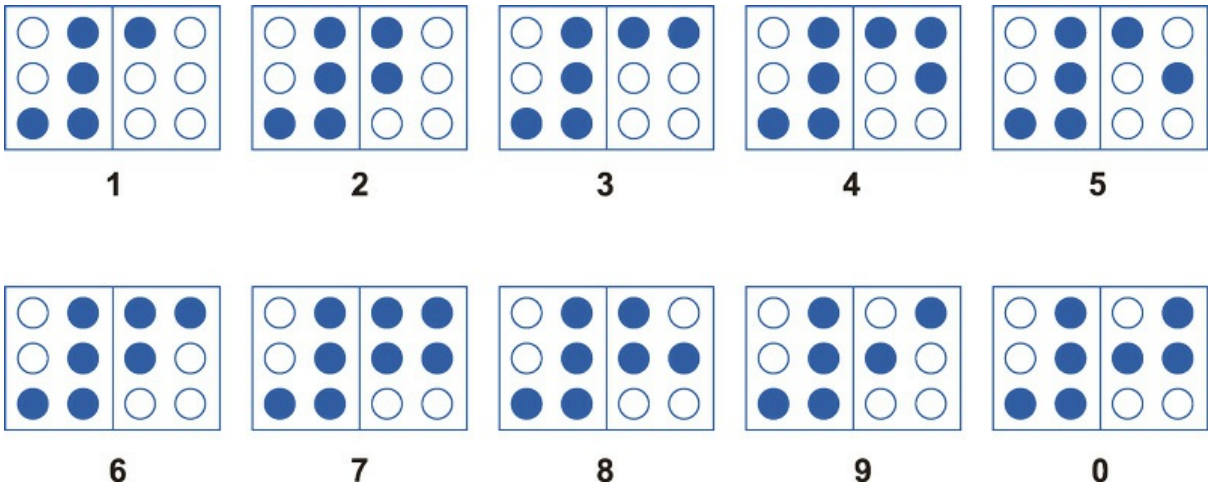


Figura 19-3. Números en sistema Braille.

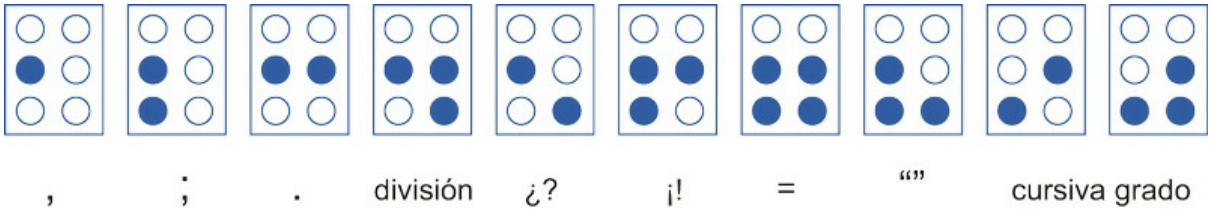


Figura 19-4. Signos de puntuación.

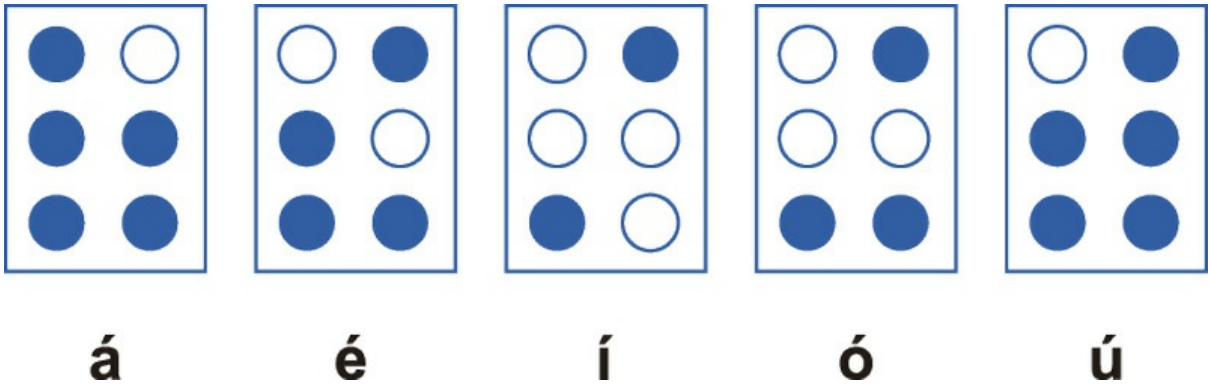


Figura 19-5. Vocales con tílde.

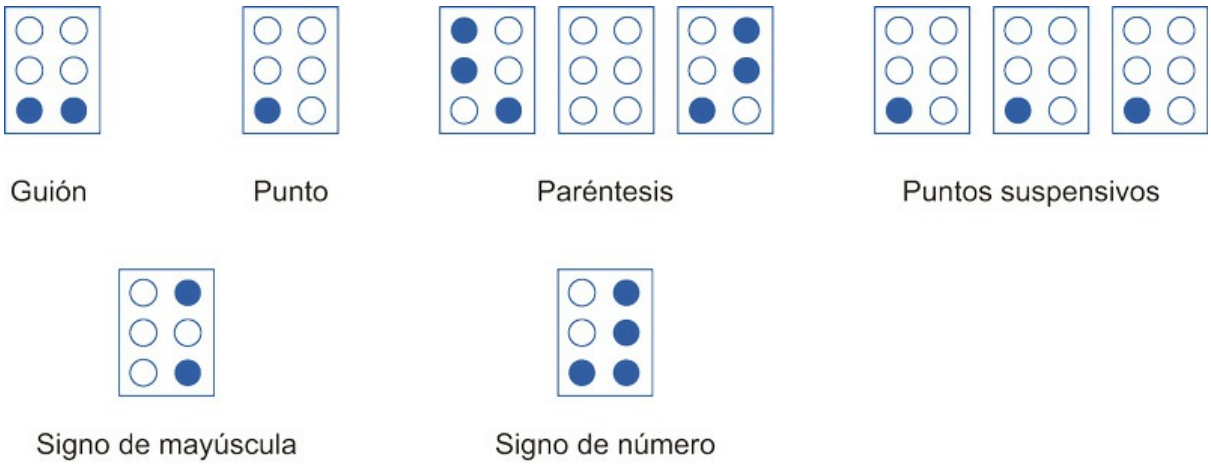


Figura 19-6. Otros signos de escritura.

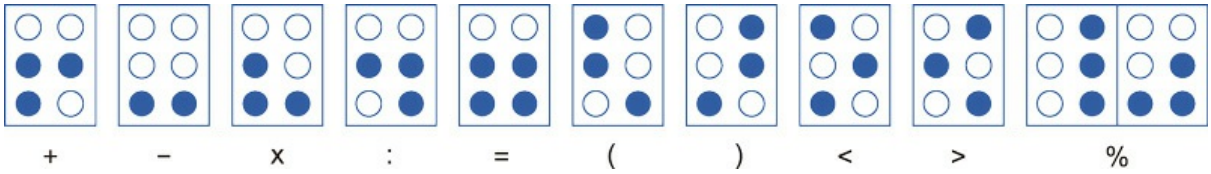


Figura 19-7. Signos matemáticos.

Transcripción del sistema Braille

Existen diversos métodos de transcripción braille, conocidos como “grado 1”, “grado 2” y “grado 3”.

El **grado 1** es el sistema de transcripción más empleado y el método único y oficial para la publicación. Este sistema de transcripción sustituye

las notaciones en tinta del original por las correspondientes en braille.

Los **grados 2** y **3** son conocidos como **estenotipia**. Su principio rector es el de economizar caracteres para ahorrar espacio puesto que los caracteres en braille no se pueden alterar de tamaño como sucede con la tinta. En todo el mundo hay producción de libros y documentos accesibles para personas ciegas y deficientes visuales.

TIFLOTECNOLOGÍA

La **tiflotecnología** es la adaptación y accesibilidad de las tecnologías de la información y comunicación para su utilización y aprovechamiento por parte de las personas ciegas y débiles visuales. Este sistema mejora la calidad de vida a través de tres puntos principales: accesibilidad universal, el diseño y la tecnología de apoyo, esto quiere decir, que cualquier aparato o sistema que se creé para cualquier uso, ya sea un teléfono, una computadora o un utensilio de uso cotidiano, pueda ser usado por cualquier persona sea cual sea su tipo de discapacidad.

El tacto

El tacto es el medio para conocer lo que rodea y ser capaz de comunicarse, ya sea una persona con deficiencia visual o sorda y ciega, en cualquiera de estos dos casos, incluso más necesaria el segundo por la falta de dos sentidos, es necesario el desarrollo de este sentido.

Existen programas de entrenamiento para que las personas sean capaces de adquirir este sistema y poder tanto comunicar como recibir información escrita. Estos programas dependen de si posee un resto visual o se está ante una ceguera congénita total o parcial, en cualquiera de los casos el entrenamiento táctil se realiza desde la detección del problema o cuando se comienza a desarrollar un lenguaje verbal, es decir, al igual que las personas sin esta discapacidad nos enseñan las letras en tinta a las personas con baja visión, ceguera parcial o total se les enseña el sistema Braille.

No es un sentido fácil de educar, pero da gran resultado cuando la intervención se realiza desde los primeros momentos y se utiliza una vez aprendido de manera sistemática y diaria, pues el acceso a las noticias, el uso de la computadora e internet, los correos electrónicos, todo lo que signifique información escrita las personas con ceguera deberán realizarlo mediante este sistema.

Medios ténicos

Máquina de escribir braille

Las máquinas mecánicas de escribir braille funcionan como las comunes. Tienen seis teclas una para cada punto de la celdilla braille, una barra espaciadora, una tecla de retroceso, una para el retorno del carro y otra para pasar a una nueva línea.

Máquina Perkins

También se utiliza para la escritura en sistema Braille que permite escribir un máximo de 31 líneas de 42 caracteres. Lleva incluido un soporte para facilitar la lectura.

Brailles print

Es un sistema para incorporar en la parte inferior de la máquina Perkins, cuya finalidad es la transmisión de los textos tecleados en la misma hacia una impresora convencional. Esta modificación no impide el trabajo normal como máquina de escribir, así como su transporte.

Instrumentos de escritura y accesorios

- Regleta de bolsillo con punzón plano incorporado.
- Regleta braille pre escritura: se trata de un prisma rectangular con doce cajetines perforados para poder introducir pivotes y facilitar el aprendizaje del sistema Braille para niños.

Las regletas se pueden unir por medio de un sistema de imanes y así poder formar frases.

BIBLIOGRAFÍA

Everett H, Purvis P: *Orientación y técnicas de movilidad*. Traducción del Comité Internacional Pro-Ciegos, México, 1981.

Deficiencia Visual, aspectos psicoevolutivos y educativos. Colección Educación para la Diversidad, Málaga: Ed. Aljibe, 1994.

Rodríguez V: *Manual Ejercicio específico para ciegos*. España. 2012.

Sanspree MJ: Lectoescritura Braille y el niño pequeño, Universidad de Alabama. Facultad de Educación y Optometría, 2010; 205(934).

CAPÍTULO 20

Electromiografía

BASES DE LA ELECTROMIOGRAFÍA

La electromiografía (EMG) es estudio diagnóstico que se realiza con el objeto de determinar la actividad eléctrica de los músculos; la conducción nerviosa tras aplicar un estímulo eléctrico controlado y el funcionamiento de la unidad neuromuscular. Proporciona información sobre el estado fisiológico de conducción de los nervios que inervan un músculo. Además, este procedimiento se aplica para el diagnóstico de disfunciones o padecimientos patológicos del sistema nervioso periférico.

Las respuestas al estímulo eléctrico producen una serie de ondas (potencial de acción) que se registran en una pantalla del equipo de electromiografía, donde se estudian las características de dichas ondas tanto visual como auditivas y posteriormente se pueden imprimir en papel.

Este estudio brinda información de la localización de una lesión que pueda condicionar una parálisis muscular, tipo de la lesión y la extensión de la misma, así como de su localización, ésta puede encontrarse en el encéfalo, la médula espinal, el axón, la unión neuromuscular, o las propias fibras musculares.

La primera referencia de la electromiografía es de Francesco Redí, en 1666, estudiando la raya eléctrica, y en mayor profundidad los estudios de Piper en 1912, quien registró contracciones voluntarias empleando electrodos de superficie y un galvanómetro. En 1929 Bróker y Adrián, introducen un electrodo concéntrico en forma de aguja, auxiliados con un osciloscopio de rayos catódicos y amplificadores de señal.

BASES FISIOLÓGICAS FUNDAMENTALES

Las células excitables cuentan con una membrana que polariza en el exterior de las células, tiene carga positiva y el interior con carga negativa. Las células tienen una serie de iones como el K+, Ca++, Na+, etcétera, y

dependiendo de las concentraciones de estos se producen los diferenciales de potencial. El músculo tiene dos tipos de unidades:

1. **Unidad motora (UM):** grupo de fibras musculares inervado por una única motoneurona de la médula espinal o de un núcleo motor del tallo cerebral.
2. **Unidad contráctil:** es la fibra muscular. El músculo a su vez está constituido por paralelos de fibras musculares.

La UM se encuentra constituida por células musculares inervadas por una célula nerviosa motriz de la espina dorsal y su axón. El potencial de la unidad motriz que originan las fibras de una unidad motora es complejo y es la suma de los potenciales de acción de las distintas fibras de la unidad motora. Cuando se alcanza el potencial de acción del nervio la unión con el músculo se libera acetilcolina (neurotransmisor) originando la despolarización de la membrana de la fibra muscular.

En una contracción voluntaria, todas las fibras musculares que se encuentran inervadas por una misma motoneurona inferior, entran en actividad, sumándose y creando un gran potencial de acción. En una electromiografía se estudian las características de las ondas que forman un potencial de unidad motora motriz. Se medirá su duración que va desde el punto en que se produce la deflexión inicial de la onda hasta la recuperación en la línea basal, siendo los valores medios entre los 5 a 15 m/seg, este valor puede estar modificado por la temperatura ambiente o corporal donde se realiza el estudio, otro factor de variación es si el paciente es de edad avanzada, joven o infante.

La otra medida a considerar es la del potencial de la unidad motriz y es la que va de pico a pico, suelen darse valores entre los 200 µV (voltios) a 2 o 3 mV. En el músculo relajado no debe encontrarse actividad eléctrica salvo cuando se inserta el electrodo de la aguja o en el llamado ruido de placa. Si se encuentran ondas positivas y fibrilación, son descargas espontáneas anormales que se pueden localizar en cualquier situación en donde una fibra muscular está enervada.

Los registros se pueden hacer con electrodos de superficie que se emplean para la determinación de latencias en la prueba de conducción, recogiendo la actividad eléctrica del músculo (figuras 20-1 y 20-2).

Figura 20-1. Electrodos de superficie.

Figura 20-2. Electrodos de fibra única.

Los electrodos profundos son de aguja que se insertan directamente dentro del vientre muscular y pueden ser de dos tipos monopolares y bipolares, siendo de los más empleados en los estudios de electromiografía, teniendo un diámetro de 0.45 mm. También se cuentan

con electrodos denominados de fibra única teniendo un diámetro mucho más fino, de aproximadamente 0.5 mm, siendo capaces de registrar una o varias fibras musculares.

Los electrodos de fibra única se emplean principalmente para el diagnóstico de la miastenia Gravis, siendo generalmente el músculo estudiado el extensor común de los dedos. La fibra única está caracterizada por tres elementos: 1) Bloqueo de la trasmisión. 2) Jitter. 3) Morfología del potencial. Es importante saber los beneficios que aportan las pruebas de conducción nerviosa y los estudios de electromiografía por la precocidad de un diagnóstico, una elevada objetividad y rapidez pronostica. Los estudios de electromiografía también aportan diagnósticos para las enfermedades neuromusculares.

En 1938 Deni-Brown reportó que las lesiones de la motoneurona ofrecían dos fenómenos eléctricos: las fibrilaciones y la pérdida del número de unidades motoras. En 1949 Kugelberg registró potenciales anómalos en miopatías. En 1954, Bigland reportó el fenómeno de reclutamiento.

Tipos de patrones anormales electromiográficos

Neógenos: se presentan como característica potenciales de fibrilación, son comunes para afectaciones propias de las motoneuronas, plexos y raíces nerviosas y nervios periféricos. Se tienen pérdidas de unidades motoras por lesiones de la motoneurona o de sus axones, provocando hipertrofia de fibras musculares o reinervación. Se dividen en dos tipos:

1. Proceso caracterizado por denervación aguda monofásica seguida de reinervación (que puede ser parcial o completa) de unidades motoras. La denervación parcial de un músculo provoca una hipertrofia de las fibras musculares y las fibras nerviosas remanentes inervan colateralmente las fibras musculares indemnes; por ejemplo, las radiculopatías.
2. Proceso de progresión variable con denervación y reinervación concurrente, por ejemplo, la esclerosis lateral amiotrófica.

Miógenos: afectaciones musculares. En el patrón miógeno clásico los potenciales de unidad motora son breves, ya sea de duración o amplitud disminuida, polifásicos, con un patrón de interferencia completo, pero de baja amplitud, el reclutamiento puede ser normal. La pérdida de fibras musculares provoca la descarga de múltiples unidades motoras para generar una pequeña cantidad de fuerza muscular. Registros de

movimientos anormales conocido como patrón miotónico, mioclonias, coreas, distonía, entre otros.

Aplicaciones clínicas de los estudios de la electromiografía

El estudio electromiográfico constituye un excelente método objetivo de exploración que puede llegar a descartar trastornos orgánicos, ya sea a nivel de la placa motriz, neurógeno o miógeno en aquellos pacientes sospechosos de ser portadores de patología mental como la histeria o en aquellos que sean simuladores de enfermedad.

1. **Neuropatías periféricas:** es característica la reducción de unidades motoras, siendo la amplitud y duración normales o ligeramente inferiores. Es importante la medición de la velocidad de conducción en el estudio de las neuropatías periféricas. Algunas enfermedades como el Guillan-Barré en las neuropatías asociadas con la difteria o la diabetes y las neuropatías de tipo nutricional o tóxico.
2. **Denervación:** detecta la pérdida de continuidad entre el nervio y el musculoesquelético. La presencia de potenciales de fibrilación en un músculo relajado puede ser un signo de denervación, se presentan después de tres meses de una lesión.
3. **Bloqueo muscular:** la miastenia grave, es la patología más representativa estando las fibras musculares normalmente inervadas, pero la trasmisión del impulso se hace mucho más lento. La medida del *jitter* mediante electrodos de fibra única ha demostrado su validez en el diagnóstico de esta patología.
4. **Desórdenes de la neurona motriz:** se engloban atrofias musculares de la espina dorsal de origen genético (enfermedad de la neurona motriz de tipo degenerativo). También en estos desórdenes se encuentran las producidas por infecciones agudas por virus como la poliomielitis erradicada en México. Las características son similares para todas ellas como fibrilación y excesiva actividad de inserción.
5. **Enfermedades musculares:** enfermedades tan diversas como las miopatías adquiridas y las de tipo endócrino, y las distrofias musculares.

Conducciones proximales

Son exploraciones electromiografías para el estudio de los segmentos

proximales de los nervios y que nos aportan información clínica importante.

Onda F

La onda F se obtiene estimulando antidrómica y distalmente los nervios motores. La excitación retrógrada de varias motoneuronas de el asta anterior da origen a una segunda respuesta motora de más baja amplitud que la primera respuesta motora. La exploración de la onda F es fundamental para el diagnóstico de la polirradiculoneutritis de Guillain-Barré, en especial por su periodo inicial para la insaturación precoz del tratamiento.

Reflejo H

El reflejo H es una respuesta refleja, monosináptica que se obtiene principalmente en el nervio ciático poplíteo interno y ayuda en el diagnóstico de las radiculopatías de la raíz S1.

RESUMEN RECORDATORIO DE LOCALIZACIÓN DE LESIÓN DE PATOLOGÍA NEUROMUSCULAR

Los procesos de lesión a nivel de nervios son:

- Plexopatías (plexo cervical, braquial, y lumbosacro).
- Radiculopatías (pérdida o disminución de la función sensitiva o motora de una raíz nerviosa).
- Polineuropatías (hay varios nervios comprometidos, p. ej., polineuropatías desmielinizante crónica, causada por una respuesta inmunitaria crónica).
- Mononeuropatía es una afección que provoca el daño de un nervio o de un grupo de nervios lesionando la parte del cuerpo a la que está asociada ese nervio, puede causar pérdida de la sensibilidad, del movimiento o de la función de esa parte del cuerpo.

Las lesiones localizadas en el asta anterior se engloban en la enfermedad de la motoneurona superior o inferior:

Motoneurona superior: (1º motoneurona) localizada en la corteza

cerebral y envían axones que son los formadores de la vía piramidal, van hasta las pirámides bulbares y conectan con la médula espinal. Se caracteriza por presentar:

1. Parálisis espástica.
2. Amiotrofia por desuso.
3. No se aprecian fasciculaciones.
4. Los reflejo miotáticos están exaltados.
5. Respuesta plantar extensora.

Motoneurona inferior: (2º moto neurona) se localiza en el asta anterior de la médula. Se caracteriza por presentar:

1. Parálisis flácida.
2. Amiotrofia muy llamativa (pérdida de masa muscular).
3. Fasciculaciones muy llamativas.
4. Reflejos miotáticos abolidos.
5. Respuesta plantar flexora.

Según el tipo de motoneurona afectada y la magnitud de su afectación se pueden diferenciar varios tipos de enfermedades:

- Esclerosis lateral primaria, afectada la 1º motoneurona.
- Esclerosis lateral amiotrófica afectadas la 1º y 2º motoneurona.
- Atrofia muscular progresiva afectadas la 2º motoneurona.
- Atrofia muscular espinal afectadas la 2º motoneurona.

Miopatía: lesiones de origen muscular, en estas enfermedades hay dos grupos especialmente importantes:

1. Las miopatías primarias, corresponden a las distrofias musculares y a las llamadas miopatías benignas de la infancia.
2. Las secundarias a lesión nerviosa, neurógenas o neurogénicas.

En ambos casos se trata de enfermedades con una alteración genética. A nivel de la **sinapsis neuromuscular,** como los trastornos **presinápticos** y **postsinápticos:**

1. Enfermedades presinápticas; no se libera acetilcolina. Por ejemplo, botulismo.
2. Enfermedades postsinápticas; los receptores disminuyen por un proceso autoinmune. Por ejemplo, miastenia grave.

Diferencias de las alteraciones de electrocardiogramas de las polineuropatías axonales y desmielinizantes

Axonales: electromiografía en reposo, potencia de fibrilación y ondas positivas máximo esfuerzo, pérdidas de unidades motoras, la potencia de la unidad motora, normal o aumentada. Conducción nerviosa motora y sensitiva: la velocidad de conducción es normal o se encuentra poco disminuida. La latencia distal es normal. La amplitud, disminuida. Onda F y reflejo H su latencia es normal.

Desmielinizantes: electromiografía en reposo es normal, con máximo esfuerzo se aprecian pérdidas de unidades motoras y la duración de la potencia de la unidad motora es normal. Conducción nerviosa motora y sensitiva, la velocidad de conducción se encuentra disminuida, la latencia distal aumentada y la amplitud disminuida. Onda F y reflejo H su latencia está aumentada.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez R, Medina E: La neurofisiología en el estudio de las enfermedades neuromusculares; desarrollo y limitaciones. Rev. Cubana Med Milit. 2004; 3. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/mil/indice.html

Escorial World Federation of Neurology Criteria for the Diagnosis of ALS. J Neurol Sci 1994; suppl 124:96-107.

Dangond F, Sanders DB: Amyotrophic lateral sclerosis; 2002 (consultado el 25 de septiembre 2004). Disponible en: http//www.eMedicine.com

Barkhaus PE, Nandedkar SD: EMG evaluation of the motor unit. The electrophysiologic Biopsy. 2003. Disponible en: http:// www.eMedicine.com

Ming Chan K: Needle EMG Abnormalities in neurogenic and muscle diseases. 2003. Disponible en: http//www.harcourt-international.com /e-books/pdf/763.pdf

Kugelberg E: Electromyography in muscular dystrophies. Differentiation between dystrophies and chronic lower motor lesions. J Neurol Psychait. 1948; 12:129-136.

Bigland DB, Lippold OC: Motor unit activity in the voluntary contraction of human muscle. J Physiol (Lond) 1954; 125:322-53. The art of needle electromyography. [Monografía en CD-ROM].

Daube JR: Electrodiagnostic studies in amyotrophic lateral Sclerosis and other motor neuron disorders. Muscle Nerve. 2000; 23(10):1488-502.

Revista de Rehabilitación: Electromiografía clínica Vol. *39*. Núm. *06*. Noviembre 2005.

Ibarra Lúzar JI, Pérez Zorrilla E, Fernández García C: Electromiografía clínica Clinical Electromyography [a] Servicio de Rehabilitación. Fundación Jiménez Díaz. Madrid.

Gutiérrez RE: Manual de Electromiografía clínica. Disponible en: www.neurorgs.com-Unidad de neurocirugía RGS.

CAPÍTULO 21

Biomecánica humana

HISTORIA

Existen registros que los egipcios y griegos estudiaron la fuerza de la naturaleza y sus efectos sobre el cuerpo humano. Da Vinci, en el siglo XV, reconoció el efecto del mecanismo de la mecánica en los sistemas biológicos. Contini y Drillis en 1954 impulsan el estudio de la biomecánica, adquiriendo gran interés en la medicina del deporte y la rehabilitación. Boyle, Euler y Hooke estudian las aplicaciones de los principios físicos, mecánicos a la fisiología humana y animal.

DEFINICIÓN

Es el estudio de las leyes mecánicas y su aplicación a los organismos vivos, en especial al cuerpo humano y su sistema locomotor. Estudia las fuerzas musculares produciendo movimiento y equilibrio tanto en el hombre como en los animales. También estudia las características del sistema musculoesquelético, y enseña las bases generales para poder realizar y alcanzar un balance articular y muscular. Permite el conocimiento y entendimiento del movimiento mediante sus estructuras y procesos desde una perspectiva físico-mecánica.

Es una ciencia que utiliza los principios y los métodos de la mecánica como parte de la física, para el estudio de los seres vivos desde el punto de vista del movimiento. Tratándose de una ciencia multidisciplinar en la que se engloban físicos, biólogos, ingenieros, y en la cual sus investigaciones y estudios convergen en la práctica de médicos y fisioterapeutas.

Bases de la biomecánica

- **Cinemática:** es parte de la biomecánica que estudia los movimientos sin tener en cuenta las causas que los producen.

- **Dinámica:** estudia el movimiento o la falta de éste, relacionado con las causas que lo provocan.
- **Estática:** estudio de las fuerzas que determinan que los cuerpos se mantengan en equilibrio.
- **Cinética:** estudia las fuerzas que provocan el movimiento.

En el cuerpo humano, está representado mecánicamente por un sistema de palancas, que está formado por los huesos, como palancas, las articulaciones funcionan como apoyo y los músculos agonistas como los desarrolladores de la fuerza y la potencia, y las cargas como las fuerzas de resistencia.

Tipos de sistemas de palancas

1. Palanca de equilibrio: donde el apoyo se encuentra entre las fuerzas potencia, y resistencia. Por ejemplo: articulación occipito-atloidea (apoyo); músculos extensores del cuello (potencia); y peso de la cabeza (resistencia).
2. Palanca de fuerza: donde la fuerza resistencia se sitúa entre la fuerza potencia y el apoyo. Por ejemplo: articulación tibio-tarsiana (apoyo); músculos extensores del tobillo (potencia); y peso del cuerpo (resistencia).
3. Palanca de velocidad, donde la fuerza potencia se encuentra entre la fuerza resistencia y el apoyo.

El tercer tipo es notable porque la fuerza aplicada debe ser mayor que la fuerza que se requeriría para mover el objeto sin la palanca. Este tipo de palancas se utilizan cuando lo que se requiere es amplificar la distancia que el objeto recorre. En el cuerpo las más comunes son las palancas de velocidad, pues favorecen la resistencia y, por consiguiente, la velocidad de los movimientos. Por ejemplo: la articulación del codo (apoyo); músculos flexores del codo (potencia) y peso del antebrazo y la mano (resistencia).

DINÁMICA DEL MOVIMIENTO Y TIPOS DE FUERZA

Dinámica

Las leyes fundamentales de la dinámica fueron descritas por Isaac Newton, quien la definió como la parte de la física que se encarga del estudio de las relaciones de las fuerzas existentes que actúan sobre un cuerpo, así como los efectos que se producen sobre el movimiento de ese cuerpo. La cinématica es la rama de la física que se encarga del estudio del movimiento. Fuerza es según la ley de Newton $F=ma$.

Los tipos de fuerza son: peso definida como la fuerza de la gravedad sobre un objeto. También son: fuerza normal, fuerza de tensión, fuerza elástica, fuerza de rozamiento o de fricción, fuerza aplicada y de empuje, fuerza gravitatoria.

Fuerzas internas: son aquellas que ejercen unas partes del cuerpo con respecto a las otras, siendo las de tracción muscular, así como las que ejercen una resistencia pasiva que ejercen los órganos y los tejidos.

Fuerzas externas: son las que ejercen los elementos que no forman parte del sistema locomotor. Dentro de estas fuerzas encontramos:

- La fuerza de la gravedad, que ejerce sobre el cuerpo y los objetos, y depende de forma directa de la masa del objeto.

$$F= m \times a \text{ siendo } F \text{ la fuerza, } m \text{ la masa y } a \text{ la aceleración}$$

- Fuerzas de rozamiento y resistencia, con importancia en aquellos deportes que desarrollan velocidad como esquiar.
- Fuerza normal es aquella que ejerce el suelo sobre el cuerpo.

Primera Ley de Newton o de la inercia: si un cuerpo está en ausencia de fuerzas, puede permanecerá en reposo, o se moverá con un movimiento rectilíneo uniforme; es decir, a una velocidad constante.

Segunda Ley de Newton: indica la relación existente entre las fuerzas que actúan sobre una partícula y la aceleración resultante. Está representada por la ecuación:

$$F=m \times a$$

Por ejemplo: fuerza de la gravedad de un cuerpo que pesa 75 kg

$$F= 75 \times 10 =750 \text{ Newtons}$$

Tercera Ley de Newton o la ley de acción–reacción: a toda fuerza de

acción le corresponde otra de reacción de igual dirección y modulación, pero en sentido contrario. Por ejemplo, cuando en una superficie (el suelo) no responde con idéntica fuerza, es porque parte de la fuerza de acción se invierte en su deformación, como sucede cuando corremos sobre la arena de una playa, resultando ser más cansado avanzar manteniendo la misma velocidad.

El cuerpo humano se compone por una gran serie de segmentos articulados cuyos movimientos se trasmiten unos a otros, resultando la efectividad final del grado de libertad de las articulaciones y de la participación de la musculatura agonista y antagonista.

Cadenas cinéticas

Las cadenas cinéticas se forman de:

- Músculo agonista: el que realiza la acción.
- Músculo antagonista: es el que se opone al movimiento
- Músculos fijadores: son los que no participan de manera activa en el movimiento pero ayudan a la estabilización para la correcta realización.

Por ejemplo:

En una actividad donde se realiza un salto vertical, los músculos:

- Agonistas serán, glúteo, gemelos y cuádriceps.
- Antagonistas serán, tibial anterior, psoas.
- Los músculos fijadores, abdominales, lumbares y músculos del tronco.

Tipos de cadenas cinéticas

1. **Cadena cinética cerrada:** el extremo de la cadena se encuentra en un apoyo firme (pedales de bicicleta), las fuerzas generadas no salen del sistema, siendo cadenas muy estables, con un riesgo de lesión muy pequeño.
2. **Cadena cinética abierta:** el extremo de la cadena de unos segmentos articulados están libres, y el otro extremo articulado en una base fija, se puede comprender esto en el ejemplo de patear un balón. Es la cadena mejor dotada para los movimientos amplios y rápidos, con una alta exigencia mecánica, siendo responsable este tipo de cadena de la mayoría de las lesiones y de ahí la importancia de entrenar resistencia,

fuerza y flexibilidad.

3. **Cadenas semicerradas o semiabiertas:** no poseen un extremo libre como las abiertas, sino que sus extremos están sometidos a cargas, un ejemplo es el levantamiento de pesas.

OBJETIVOS PRINCIPALES DE LA BIOMECÁNICA

Biomecánica ocupacional: se trata de la relación del hombre con las máquinas, cuyo objetivo es conseguir un mayor rendimiento, menos fatiga, más seguridad y menos lesiones.

Biomecánica en la educación física: indicar una serie de principios que prevenga la aparición de lesiones, descripción de ejercicios y tareas para desarrollarlos, ayudar a comprender y a ejecutar diferentes actividades y ejercicios que se desarrollan en la educación física.

Biomecánica del deporte de élite: descripción de la técnica deportiva en busca de la técnica más eficaz, desarrollo de métodos de medida y registro, y la ayuda a la planificación del entrenamiento para mayor rendimiento y menos lesiones.

Biomecánica para la reeducación física: realizándose estudios de las alteraciones de la motricidad, construcción de máquinas de apoyo o de rehabilitación por falta o alteración de algún segmento o extremidad.

Biomecánica para la fabricación de materiales deportivos o protésicos: prácticas más seguras, materiales más ligeros y maleables para la fabricación de prótesis y ortesis, para la competición.

MECANISMO DE LA COLUMNA VERTEBRAL

Es el eje principal del cuerpo, con la cual se realizan actividades como mantenerse de pie, la marcha y orientar las extremidades a cualquier orientación del espacio. Proporciona estabilidad y a la vez se puede deformar para adaptarse a diferentes circunstancias, como puede dar estabilidad, a la vez rigidez y da movilidad.

Formas del movimiento

Traslación: también conocido como movimiento linear, es cuando un cuerpo mueve todas sus partes de manera que todas recorren el mismo espacio, en el mismo intervalo de tiempo.

Rotación: el movimiento rotatorio es cuando todas las partes de un cuerpo se mueven en una misma trayectoria circular alrededor de una línea con el mismo ángulo al mismo tiempo, siempre es perpendicular al plano de rotación.

Movimiento general o mixto: se le considera el movimiento más común al movimiento mixto o general. Por ejemplo: un ciclista, traslada su tronco en una trayectoria casi rectilínea, mientras que las piernas están realizando movimientos rotatorios.

Posición anatómica: es la postura adecuada para el estudio anatómico del cuerpo humano; el cual se encuentra en posición de pie con cabeza y cuello mirando al frente, hacia adelante, con los brazos extendidos hacia abajo, a los lados del cuerpo, con las palmas de las manos hacia adelante. Las piernas extendidas y juntas en aducción y tobillos y pies con las puntas hacia al frente.

Simetría

El cuerpo humano tiene una simetría bilateral, lo que significa que la parte izquierda es semejante a la derecha.

Planos corporales: para su estudio el cuerpo humano se divide en regiones anatómicas, las cuales son cabeza, tronco y extremidades.

- Cabeza: se subdivide en región craneal y facial.
- Tronco: se subdivide en región torácica y región abdomino-pélvica.
- Extremidades: se dividen en extremidades superiores e inferiores. Las superiores se subdividen en: hombro, brazo, antebrazo, carpo y mano. Y las inferiores se subdividen en: cadera, muslo, pierna, tarso y pie.

Planos del cuerpo: sagital, coronal y transverso.

- Plano sagital o antero-posterior: divide el cuerpo en mitad derecha y mitad izquierda, permite sólo movimientos de extensión y flexión.
- Plano frontal: divide al cuerpo en mitad anterior y mitad posterior, permite movimientos de abducción y de aducción.
- Plano transverso: divide al cuerpo en mitad superior y mitad inferior. Permite movimientos de rotación.

Términos de orientación

- Craneal o cefálica: una estructura es craneal cuando está más cerca de la cabeza, es decir, lo que está más superior.
- Caudal: una estructura es caudal cuando está más cerca de la cola. Lo que está más inferior.
- Anterior: ventral.
- Posterior: dorsal.
- Dorsal: estructura que está en la parte posterior del cuerpo.
- Interno o medial: todo lo que está más cerca de la línea media del cuerpo. Cuando se refiere a un órgano indica que se encuentra en el interior del mismo (p. ej., el ombligo es medial).
- Externo o lateral: todo lo que está más lejos de la línea media del cuerpo. Cuando se refiere a un órgano indica que se encuentra más cercano a la superficie del mismo (las caderas son más laterales con respecto al ombligo).
- Superficial: es lo que está más cerca de la superficie del cuerpo (piel).
- Profundo: es lo que se aleja de la superficie del cuerpo (músculo).
- Rotación: este movimiento puede ser acercándose a la línea media, entonces se llama rotación medial y cuando se aleja de la línea media se llama rotación lateral.
- Pronación: rotación medial de la extremidad superior.
- Supinación: rotación lateral de la extremidad superior.
- Flexión: aproximación de una región apendicular a otra de mayor masa.
- Extensión: alejar una masa de menor tamaño de otra mayor.
- Abducción: cuando la estructura anatómica se separa de la línea media.
- Aducción: acercamiento de estructura anatómica a la línea media.

Considerada en conjunto, la columna vertebral es rectilínea, en el plano frontal. Toda deformidad en este plano se suele considerar patológico y toda exageración de estas curvas en el plano lateral suponen una patología del eje del cuerpo. En el plano sagital no ocurre igual. La columna vertebral presenta cuatro curvas, tres curvas reales o móviles y una curva rígida.

- Cifosis sacra o de concavidad anterior.
- Lordosis lumbar o de concavidad posterior.
- Cifosis dorsal o de concavidad anterior.
- Lordosis cervical o de concavidad posterior.

La existencia de curvas raquídeas aumenta la resistencia del raquis a la fuerza de comprensión axial. En el caso de una columna con tres curvas móviles, como es el caso de la columna vertebral con sus lordosis lumbar y cervical y su cifosis dorsal, su resistencia es diez veces mayor que de la columna rectilínea. Ante una patología de espalda que conlleve una rectificación, es importante saber que la columna tiene la resistencia disminuida.

BIBLIOGRAFÍA

Acero J: *Bases biomecánicas para la actividad física y deportiva*. 2ª ed. Universidad de Pamplona: Faid Ed. 2002, 199.

Acero J: *Bases biomecánicas para la actividad física y deportiva*. 3ª ed. Poemia editores, II&SB, 2013.

Biomecanica/kinesiologiabiomecanica.shtml. Disponible en: htt p://es.wikipedia.org/wiki/Palanca

Fundamentos de la biomecánica del aparato locomotor. Módulo de bases anatómicas y fisiológicas del deporte (unidad 7). Disponible en: www.edvillajunco.es/doc/7

Gowitzke B, y Milner M: *Understanding the scientific bases of human movement*. Baltimore EUA: Williams & Wilkins, 1981.

Grabiner, M: *Current issues in Biomechanics. Human Kinetics Publishers*. Universidad de Pamplona: Champaign USA, Editores, 1993.

Graziano, A da CL: *Biomecânica: fundamentos e aplicações na Educação Física Escolar*. Porto: EDUCA, 2008.

Kapandji AI: *Fisiología Articular*. Editorial Médica Panamericana.

www.kirolzerbitzua.net/adminkirolak/notdin/salud_rehabilitacion.pdf

Kreighbaum, E, Barthles, K: Biomechanics : A Cualitative Aproach for studying human movement. 3ª ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1990.

Linthorne N: Analysis of standing vertical jumps using a force platform. Am. J. Phys. Noviembre: 69(11), 2001.

Williams, M, y Lissner, H: Biomecánica del movimiento humano. 2ª ed. México: Trillas, 1991.

CAPÍTULO 22

Terapia física en la deficiencia auditiva

OÍDO Y EQUILIBRIO

El oído es el órgano encargado de la orientación espacial y del equilibrio. Es el órgano receptor de los estímulos sonoros y de los estímulos resultantes de los movimientos de la cabeza como giros y desplazamientos, ambos percibidos por receptores especializados localizados en el oído interno, sensibles a cada uno de dichos estímulos.

El oído consta de tres partes: oído externo, oído medio y oído interno. El oído externo y medio están especializados en recoger las ondas sonoras y acondicionarlas de forma adecuada para ser transmitidas al oído interno. El oído interno transforma los estímulos sonoros en la cóclea, y los estímulos producidos por los movimientos de la cabeza en el laberinto. Los impulsos nerviosos resultantes se transmiten a través del nervio auditivo y vestibular al cerebro, donde dichos estímulos son reconocidos e interpretados como sonidos y movimientos de la cabeza de características determinadas. Según la OMS el niño hipoacúsico es aquél cuya agudeza auditiva es insuficiente para permitirle aprender su propia lengua, participar en las actividades normales de su edad y seguir con aprovechamiento la enseñanza escolar general.

HIPOACUSIA

La hipoacusia se clasifica de la siguiente manera:

1. Audición normal: el umbral de audición no sobrepasa los 20 dB.
2. Hipoacusia leve: los umbrales auditivos situados entre los 20 y 40 dB, no tienen alteraciones significativas en la adquisición y desarrollo del lenguaje.
3. Hipoacusia media: la pérdida auditiva entre 40 y 70 dB, no percibe la palabra hablada, salvo la que está emitida a una fuente de intensidad,

esto implica dificultades para la comprensión y el desarrollo del lenguaje.

4. Hipoacusia severa: la pérdida auditiva entre 70 y 90 dB, no oye la voz, excepto cuando se eleva mucho. Se utiliza la lectura labial y es imprescindible el empleo de audífonos y apoyo logopédico para alcanzar el desarrollo del lenguaje.
5. Hipoacusia profunda: la pérdida auditiva que supera los 90 dB, afecta las funciones de alerta y orientación, estructuración, temporo-espacial y desarrollo intelectual y social.

Clasificación según su localización

1. Conductivas: se clasifican así cuando la alteración en la transmisión del sonido a través del oído externo y medio.
2. Neurosensoriales: se definen así cuando se produce una lesión en el oído interno (huesecillos, cóclea, otitis) o vía nerviosa auditiva.
3. Mixtas: son aquellas que obedecen a causas neurosensoriales.

Clasificación según el momento de aparición

4. Prelocutivas: suceden antes del desarrollo del lenguaje.
5. Poslocutivas: suceden cuando se tiene adquirido el lenguaje.

Clasificación según el tipo de enseñanza o el tipo de educación

1. Oralistas: son las que le enseñan a la adquisición de lenguaje oral y escrito, por vía oral. Pueden ser por medio de los siguientes sistemas:
   - Sistema bimodal: estructura oral, pero utilizando el lenguaje de signos.
   - Palabra complementada: lenguaje oral, pero utilizan unos signos al lado de la boca, para facilitar la lectura labial.
   - Lectura labial.
2. No oralistas: a las que enseñan el lenguaje a través de otros sistemas, como el lenguaje de signos.

ETIOLOGÍA

Hipoacusias prenatales

1. **Hereditarias:** se pueden agrupar en dos tipos, las que se heredan de

tipo dominante y las que se heredan de tipo recesivo.

Las hipoacusias dominantes representan cerca de un 10%. Dentro de las formas aisladas se puede presentar una hipoacusia de tipo severo con una displasia del órgano de Corti y del sáculo como lesión de anatomopatológica o una hipoacusia con caída en las frecuencias agudas que puede estar presente en el momento del nacimiento o aparecer en otra época de la vida. La intensidad es también muy variable. Dentro de las formas asociadas a otras alteraciones la más frecuente es el síndrome de Waardenburg.

Las hipoacusias hereditarias recesivas son las más frecuentes, representando un 90% de las genéticas. En su etiología se encuentran con formas aisladas, en donde la hipoacusia es el único síntoma, o formas asociadas a otras alteraciones.

2. Hipoacusias hereditarias conocidas aisladas:
   - Hipoacusia congénita recesiva severa: se caracteriza por la existencia de una atrofia coclear acompañada de una moderada pérdida de neuronas.
   - Hipoacusia centrada en las frecuencias agudas: es de carácter progresivo. Las lesiones se encuentran en las rampas básales de la cóclea responsable de las frecuencias agudas.
   - Hipoacusia centrada en las frecuencias medias: la curva audiométrica tiene forma de comba al ser mayor la pérdida para estas frecuencias.

   Formas asociadas:
   - El síndrome de Usher: existe una asociación de retinitis pigmentaria, hipoacusia, nigtagmus, glaucoma, alteraciones vestibulares, deficiencia mental y psicosis.
   - El síndrome de Jervell y Lange-Nielsen: se caracteriza por una hipoacusia severa congénita acompañada por alteraciones cardiacas que causan con frecuencia muertes súbitas en la infancia.
   - El síndrome de Pendred: se caracteriza por la asociación de una hipoacusia congénita con la existencia de un bocio en ocasiones no detectable hasta los ocho años.
3. **Hipoacusias prenatales adquiridas:** las causas más frecuentes de hipoacusias adquiridas en el claustro materno son la rubéola materna, la administración de fármacos ototóxicos a la madre durante el embarazo y con mayor frecuencia otras infecciones como la toxoplasmosis o la sífilis.
4. **Hipoacusias prenatales que cursan anomalías del oído externo y**

medio: la etiología es muy variada. En unos casos puede tratarse de alteraciones hereditarias, en otros es debida a infecciones maternas por la administración de sustancias tóxicas, asociadas con factores ambientales o en muchos casos de origen desconocido.

Hipoacusias perinatales

Hipoacusias adquiridas por problemas durante el parto: se asocian con las siguientes condiciones: la prematuridad, gestaciones prolongadas, partos dificultosos, cesáreas, placenta previa, anoxia del recién nacido, o el empleo de sedantes o drogas durante el parto. Se ha encontrado que un 17% de los niños con hipoacusia en edad escolar presentaban bajo peso al nacer, lo que relaciona la prematuridad con este problema.

Hipoacusias adquiridas posnatales

1. **Hipoacusias profundas posnatales:** las causas más importantes son la meningitis y los laberintos toxinas. La exposición a sustancias ototóxicas y principalmente de carácter farmacológico es otra de las causas más importantes de hipoacusias profundas en la infancia. Otras afecciones víricas como el sarampión, la parotiditis, la varicela e incluso la gripe pueden dar lugar a hipoacusias moderadas o profundas al alcanzar el oído interno.
2. **Hipoacusias de grado medio adquiridas postnatales:** son las derivadas de problemas inflamatorios del oído medio. El proceso más frecuente y que tiene mayor incidencia es la otitis media secretoria. Se caracteriza por la existencia de un aumento de los elementos mucosecretores del oído medio, dando lugar a una producción mayor de moco, lo que será la causa de la hipoacusia.

Se trata de un cuadro en donde el elemento fundamental es la mala función de la trompa de Eustaquio ocasionada por distintas causas como la alergia, fisura del paladar, hipertrofia de adenoides, infecciosos, entre otras. La importancia sobresaliente es que un porcentaje muy elevado de los trastornos menores del lenguaje en el niño tiene como causa la hipoacusia que produce esta afección.

CARACTERÍSTICAS

Hipoacusias leves

- Corren el riesgo de pasar desapercibidas.
- En los primeros años entorpecen la percepción de matices sonoros y la comprensión de mensajes orales.
- Tienen dificultad con el medio.
- Puede repercutir en ciertas habilidades verbales.
- No provoca retrasos importantes en el lenguaje, aunque puede que sí en ciertas habilidades verbales.

Hipoacusias moderadas

- También pueden pasar desapercibidas, es importante tener en cuenta que el retraso en su detención perjudicará al aprendizaje.
- Los problemas señalados en la hipoacusia leve.
- Dificultades en la atención.
- Retraso en la aparición del lenguaje, con posibles fallos en la pronunciación e inconvenientes para incorporar nuevo vocabulario.
- Puede aparecer la sensación de aislamiento e inseguridad.
- En edades posteriores pueden aparecer dificultades sociales.
- Mejoran la comprensión del lenguaje oral apoyándose en la labio lectura.

Hipoacusias severas

- Es importante una estimulación temprana.
- El aprendizaje del lenguaje oral tendrá que realizarlo con ayuda de especialistas.
- El tono de voz será monótono.
- Presentarán problemas en la pronunciación e importantes dificultades para aprender nuevo vocabulario.
- Cometerán errores en morfosintaxis y les costará entender el uso simulado del lenguaje.
- Es conveniente saber las ventajas de la estimulación temprana, pues una carencia de la misma, hará que el niño no alcance el dominio del lenguaje oral.

SORDERA PROFUNDA PRELOCUTIVA

- Su desarrollo se ve alterando y perjudicado en casi todas las facetas.
- En este tipo de pérdida el audífono es imprescindible, pero su aportación

es discreta, por tanto hay es importante tener el apoyo en: estrategias visuales y en sistemas complementarios o alternativos de comunicación (palabra complementada, lenguaje de signos).

- En general, se ve afectan las funciones sensoriales y motoras.
- Estructuración espaciotemporal: el paciente se encuentra menos expuesto a sensaciones temporales y rítmicas.
- Función de alerta: para ello es necesario una relación por medio del tacto.
- Localización de los acontecimientos: favoreciendo la desorientación e inseguridad, obligando a una exploración visual más amplia.
- El desarrollo de la rapidez: ya que el tiempo de reacción más rápido es la auditiva.
- Conexión con el entorno: favoreciendo a la aparición de estereotipias y conductas de ensimismamiento.

TERAPIA FÍSICA

- Las terapias serán en círculo o frente a frente para que el paciente pueda leer los labios.
- Hablar lo más cerca posible, colocándose a la misma altura del paciente y poniéndose enfrente.
- Lectura labio facial.
- Utilizar frases sencillas, pero completas.
- No utilizar frases sueltas o de tipo telegrama.
- Se deben realizar las explicaciones siempre de frente (utilizando recursos expresivos y gestuales).
- Avisarle para hablar con él, indicar el tema de conversación.
- Hablarle cerca, de frente, a su altura y con el rostro iluminado.
- No hablar deprisa, pero tampoco demasiado despacio.
- Hablar con voz alta, pero sin gritar.
- Ser expresivo, pero no exagerar ni gesticular con exceso.
- No hablar con palabras sueltas. Llamar a cada cosa por su nombre y hablar con frases completas, claras, gramaticalmente correctas y que sigan un orden lógico.
- Si el paciente no entiende una palabra, buscar otra que signifique lo mismo. Si se trata de una frase, expresar lo mismo de otra forma.

MÉTODOS PSICOPEDAGÓGICOS

1. **Método dactilológico:** en este método las letras se representan por el

movimiento de los dedos. Existen varios alfabetos, siendo el más conocido el de Pablo Bonet (figura 22-1).

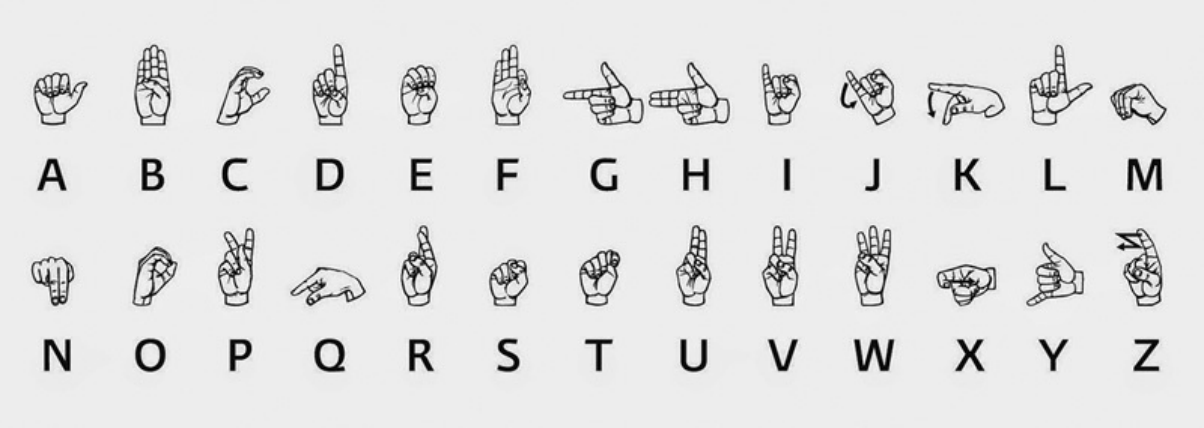


Figura 22-1. Sistema de señas creado por Pablo Bonet.

2. **Método gestual:** en éste se utilizan gestos y signos para expresar el pensamiento. El lenguaje mímico es innato y no se puede suprimir. En la actualidad no se ha publicado un lenguaje internacional. La lengua de signos universal no existe, cada país construye y se expresa de formas distintas, por lo que se debe recordar que el lenguaje forma parte de cada cultura e identidad, siendo algo que nos diferencia.
3. **Método oral:** conocido también como el método de desmutización, por el cual se aprende a hablar leyendo en los labios y por auscultación táctil. Los niños se inician en el método ejercitando la movilidad de los órganos de fonación. Se utiliza la gimnasia respiratoria para un mejor desarrollo de la fonación y luego los ejercicios desmutizantes a base de soplos.

En la actualidad, existen recursos médicos y tecnológicos para que los pacientes con hipoacusia sean rehabilitados, pues hay importantes desarrollos en cuanto a terapia de lenguaje, aparatos auditivos e implante coclear (prótesis auditiva que sustituye las funciones del oído externo, medio e interno); sin embargo, los aspectos que todavía obstaculizan esta labor son el sociocultural y el económico.

Si la sordera es en especial aguda, puede afectar de manera considerable la forma en la que el paciente se relaciona con su entorno humano, al encontrarse con una seria limitación en su capacidad de encontrar una vía de comunicación por el canal auditivo, es decir, con el lenguaje oral. Sin embargo, el modo en que se entienden las consecuencias de esa

incapacidad puede variar mucho, de manera que dos perspectivas fundamentales acerca del modo de entender la sordera. En cambio, las personas sordas oralistas, es decir, aquellas personas sordas que han recibido una intensa reeducación del lenguaje oral en su infancia y que no usan una lengua de signos como lengua vehicular (a menudo como consecuencia de una prohibición expresa de los educadores), suelen adoptar una actitud de invisibilidad social respecto a su condición de persona sorda, a veces incluso no reconociéndose como tales (recurriendo a otras definiciones como discapacitado auditivo, hipoacúsico, medio oyente, entre otras).

Muchos pacientes con hipoacusia se benefician de procedimientos médicos o quirúrgicos, pero la amplia mayoría tiene trastornos auditivos que no pueden corregirse con estos métodos y para ellos está indicada la rehabilitación mediante prótesis auditivas. En la mayoría de los casos se trata de hipoacusias neurosensoriales.

Prótesis auditivas o audífonos

Las prótesis auditivas o audífonos son dispositivos electrónicos que permiten la amplificación del sonido. Existen cuatro tipos de audífonos de conducción aérea:

- Retro auricular.
- Intraauricular (en la concha del pabellón auricular).
- Intracanal (dentro del CAE).
- CIC (completamente en el canal).

La elección de uno u otro tipo depende de las necesidades de cada paciente, por tanto las indicaciones son individualizadas. En ancianos se utilizan más los retro auriculares, pues tienen menor destreza manual y van a realizar mejor el mantenimiento, mientras que en personas jóvenes se utilizan más los intracanales y los CIC.

Los audífonos han sufrido importantes avances en los últimos años con sistemas programables de manera digital, así como circuitos que reducen el ruido ambiental y mantienen los sonidos sin llegar a estar sobre amplificados.

También, existen audífonos con conducción ósea, los cuales están indicados en casos de hipoacusia conductiva que no puede corregirse con un tratamiento médico o quirúrgico, y en los que no se pueda adaptar un

audífono de conducción aérea, como aplasias del pabellón, o bien, otorreas crónicas. En la actualidad también existen prótesis óseas de implantación mastoidea. El anclaje se realiza mediante una intervención quirúrgica, y permite un mejor rendimiento funcional (las prótesis de conducción ósea representan el 5% cerca del total de las indicaciones de prótesis auditivas).

En cuanto a la intensidad de la hipoacusia, la indicación protésica se considera recomendable por encima de 50 dB, donde las limitaciones comienzan a notarse. Por debajo de 50 dB, se realizará amplificación sólo en aquellos casos en que por razones personales, profesionales o sociales, se necesite. En los casos de hipoacusia bilateral, es recomendable la amplificación binaural.

En los pacientes con hipoacusia neurosensorial profunda coclear es posible estimular de forma directa el nervio auditivo mediante la utilización del implante coclear (se basan en la transformación de la onda sonora en una señal eléctrica que es conducida a la cóclea o al tronco cerebral para su recepción e interpretación). Para que el implante coclear tenga éxito, no sólo es necesario una indicación y una técnica quirúrgica adecuadas, sino que el proceso de rehabilitación logopédica es fundamental. Están indicados en hipoacusias profundas, en especial las infantiles congénitas o posmeningíticas.

BIBLIOGRAFÍA

Alvira F, Cruz A, Blanco F: Los problemas, necesidades y demandas de la población con discapacidad auditiva en España: una aproximación cualitativa. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, 2000.

CEAF: Guía para la valoración integral del niño con discapacidad auditiva. Madrid: Comité Español de Audiofonología, 2005.

Cedillo P: *Háblame a los ojos*. Barcelona: Octaedro, 2004.

CNSE: III Congreso de la Confederación Estatal de Personas Sordas: Un impulso hacia la participación, Zaragoza del 26 al 28 de septiembre de 2002. Madrid: CNSE, 2002.

Datta G, Harbor D, Allen C: *Implantes cocleares en los primeros años de vida: los primeros pasos*. Pamplona: Universidad de Navarra, 2006.

Díaz E: *Las personas sordas y su realidad social*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, 1996.

FESORD: Rasgos sociológicos y culturales de las Personas Sordas.

Valencia: FESORD; 2001.
Gascón M: El bienestar de los niños sordos: marco de comprensión. Madrid: XV Congreso Mundial de la Federación Mundial de Personas Sordas, 2007; [en imprenta].
Manrique M, Huarte A: *Implantes cocleares*. Barcelona: Masson, 2002.
Marchesi A: *El desarrollo cognitivo y lingüístico de los niños sordos*. Madrid: Alianza, 1998.

CAPÍTULO 23

Terapia de lenguaje

LENGUAJE Y HABLA

El lenguaje es un sistema de comunicación que sirve para abstraer, conceptualizar y comunicarse a través de un conjunto de signos estructurados, tanto orales, gestuales como escritos. Mediante las diferentes y complejas funciones que realiza el cerebro se desarrolla este sistema a partir de la gestación, y se configura según la relación del individuo con su entorno.

Niveles del lenguaje:

- Fonológico (sonidos del habla y configuración de la sílabas).
- Morfológico (organización interna de las palabras).
- Sintáctico (forma en que las palabras se combinan en una oración).
- Semántico (significado de las palabras).
- Pragmático (uso social del lenguaje).

Las funciones del lenguaje son, entre otras: hablar, escribir, comprender lo que se habla y lo que se escribe. El habla es el medio de comunicación verbal del lenguaje. Para hablar se requiere una coordinación neuromuscular precisa, necesaria para la planificación y ejecución de secuencias motoras muy específicas.

Hablar es articular palabras para darse a entender. Es comunicarse con otras personas por medio de palabras. Es el resultado de una maduración y de la evolución humana. Es un proceso motor que necesita de mecanismos nerviosos (córtex, cerebelo, tronco del encéfalo, médula espinal, nervios periféricos) y de actividades musculares. En el cerebro se crean unas áreas donde se organiza el habla. Se necesita de una buena respiración, buena voz y buena articulación.

En el niño esta coordinación se desarrolla lenta y progresivamente en los

cinco primeros años de vida gracias a la maduración de los órganos que conforman el aparato fonoarticulador, es por ello que conforme va creciendo habla con mayor claridad.

La voz es el sonido del aire que expiden los pulmones, al salir éste hace que vibren las cuerdas vocales. Los pulmones tienen como función principal la respiración. La laringe es una válvula que impide el atragantamiento. El aparato fonoarticulador es el conjunto de órganos que intervienen en la producción de los sonidos y se compone de:

- **Órganos de la respiración:** se incluyen los pulmones, músculos costales y el diafragma, estos permiten el ingreso y salida del aire que es necesario para la producción de los sonidos.
- **Órganos de la fonación:** formados por la laringe y las cuerdas vocales, son los responsables de producir la voz gracias a la vibración de las cuerdas vocales durante la espiración.
- **Órganos de resonancia:** constituidos por la faringe, la boca y las fosas nasales. Son los que modulan el tono de los sonidos producidos por los órganos de la fonación y le dan a la voz un timbre muy personal.
- **Órganos de la articulación:** conformados por el paladar, la lengua, los maxilares, los labios y los dientes. Su función es articular los sonidos para formar palabras.

En la comunicación oral intervienen los siguientes sistemas:

1. Sistema nervioso central (SNC): es el que controla el mensaje.
2. Aparato fonador: ejecuta las órdenes: sistema respiratorio: lanza el aire. Laringe: vibran las cuerdas. Órganos de la articulación: producen el habla.
3. Sistema auditivo: regula por un lado lo que se dice, y por otro la intensidad a la que se dice. Es importante para el aprendizaje de la lectura.
4. Sistema endocrino: son las hormonas. Si este sistema no funciona correctamente la voz se resiente; por ejemplo, un exceso de hormona tiroidea crea hipertiroidismo (nerviosismo, sudoración, habla alta), y nivel bajo de hormonas tiroideas crea hipotiroidismo (alopecia, cansancio, escalofríos, depresión).

Sistema nervioso central

- La corteza cerebral domina el acto consciente del habla. Es el que decide

qué decir y cómo decirlo.

- El tálamo informa el estado del cuerpo. Por éste pasan todas las vías sensitivas del cuerpo. Proporciona sensaciones de bienestar y de malestar, integra todas las sensaciones.
- El bulbo raquídeo regula el tono muscular de todo el organismo. Por él pasan todos los nervios que controlan la fonación, el cierre velofaríngeo, la deglución y la articulación.
- El cerebelo es el que ajusta todos los movimientos del cuerpo, es el que decide si ese movimiento tiene que ser más grande o más pequeño. Cuando falla se producen las dismetrías. Se encarga de ajustar la intensidad, el volumen y la frecuencia del habla, y coordina los músculos de la fonación.

Áreas lingüísticas

- Parte frontal: lóbulo parietal, proceso sensorial, tareas auditivas a nivel profundo.
- Corteza motora: funcionamiento motor, habla y escritura.
- Área de Wernicke: parte superior-posterior del lóbulo temporal, comprensión.
- Circunvolución de Heschl: parte superior del lóbulo temporal, recepción auditiva.
- Área de Broca: parte superior baja del lóbulo frontal, codificación del habla.
- Centro de Exner: parte posterior del lóbulo frontal, control motor de la escritura.
- Región parietal izquierda (cerca del área de Wernicke): control manual para signar.
- Parte posterior del lóbulo occipital: entrada visual.

Aparato fonador

La fonación permite exteriorizar el lenguaje. Es una espiración sonorizada. Consecuencia de la evolución humana. Es la adaptación y asociación de distintos órganos. Las funciones del aparato fonador son:

1. Sirve de válvula de cierre pulmonar. Impide que pasen sustancias al pulmón gracias al cartílago epiglótico. La tos es un reflejo que expulsa cualquier sustancia o alimento que se haya podido meter en la laringe.

2. Regula la entrada de aire en la inspiración y la salida de aire en la espiración.
3. Por último, se encuentra la fonación, la voz no es una función vital.

El aparato fonador se divide en: el aire sale desde los pulmones (sopladores), pasa por la tráquea y llega hasta la laringe (vibradores), donde las cuerdas vibran. La boca y la nariz (resonadores) añaden los armónicos a la voz.

La terapia de lenguaje estudia sus alteraciones, con el fin de proporcionar las herramientas necesarias para el conocimiento, diagnóstico, evaluación y tratamiento de los distintos trastornos del lenguaje. Conocer el desarrollo embriológico de la misma ayuda a saber el origen de la patología y el área del cerebro que se encuentra dañada y que hay que estimular. El lenguaje es el instrumento más eficaz que tiene el pensamiento humano. Es un sistema de comunicación basado en funciones neurológicas y psíquicas, que permite a través de signos y símbolos entablar comunicación con los semejantes y con uno mismo; es más que sólo hablar, implica todo un proceso de pensamiento, que el cerebro lleva a cabo.

Se considera que cerca del 6% de los niños presentan dificultades en el habla y el lenguaje, aunque la mayoría de éstas se resuelven, aquellos en los que persisten pueden presentar problemas a largo plazo con respecto a la alfabetización, socialización, comportamiento y logros escolares. Motivo por el cual es importante que tanto padres como maestros puedan darse cuenta y reconocer si el niño presenta trastornos del lenguaje, para ser atendido de manera inmediata y evitar con ello que más aspectos como su autoestima, estado de ánimo o en un futuro su adaptación, no sólo escolar sino laboral, puedan verse afectados.

A lo largo de la historia ha existido preocupación por el estudio del origen del lenguaje y sus diversas patologías. Se considera que el documento escrito más antiguo donde se habla de la patología del lenguaje de origen cerebral se encuentra en un papiro egipcio datado del siglo XVII a.C. y basado en textos del año 3000 a.C. El egiptólogo Edwin Smith lo encuentra en el año 1862, pero el punto de partida que daría paso al estudio sistemático de la anatomía humana y, más adelante, al conocimiento anatómico detallado de los órganos implicados en el lenguaje, está representado en la obra de Andrea Vesalio (1514-1564), en el libro *De humani corporis libri septem,* de la estructura del cuerpo humano en siete libros, basados en anatomía humana y escritos en el 1543.

Vesalio basó sus estudios anatómicos en la observación directa y en la práctica quirúrgica, aportando nuevos conocimientos que revolucionaron los círculos sociales más influyentes de la época, llegando a ser considerado el padre de la anatomía moderna.

Los orígenes de los conocimientos científicos actuales sobre el funcionamiento del cerebro inician en la frenología de F. J. Gall, quien a principios del siglo XIX formuló una teoría según la cual se podían estudiar las diferentes capacidades psicológicas de las personas a partir del estudio de la morfología externa del cráneo. Esta teoría se difundió ampliamente por el mundo científico de la época. La propuesta de Gall era en su totalidad descabellada, aunque supuso la idea precursora de las actuales teorías de localización que consideran que las funciones del cerebro se localizan en determinadas zonas cerebrales.

Marc Dax, médico del sur de Francia, comunicó a la sociedad médica durante un congreso de medicina en Montpellier en 1836 que cuando un paciente perdía la facultad del lenguaje por lesión cerebral, ésta se situaba en el hemisferio cerebral izquierdo. Con esta observación quedó definida la que hasta la mitad del siglo XX se conocía como la Ley de Dax, la cual promulga que la facultad del lenguaje se sitúa en el hemisferio cerebral izquierdo.

En el año 1861, Paul Broca, a partir de diferentes estudios realizados a sus pacientes, pudo determinar el área del cerebro afectada cuando, por lesión cerebral, y aun comprendiendo el lenguaje, se perdía la facultad de hablar. Según las interpretaciones frenológicas estaba situada en el lóbulo frontal. El área azul estaría implicada en la producción del lenguaje.

En 1874, el autor alemán Wernicke describe a un paciente con una lesión cerebral situada en el lóbulo temporal que, pudiendo hablar, no es capaz de comprender el lenguaje: se trata de un trastorno homólogo aunque inverso al caso de Broca. En este caso el área verde estaría implicada en la comprensión del lenguaje.

En 1924, Apert y Pötzl consideraron que las patologías del lenguaje podrían consistir en un trastorno de cariz más funcional que orgánico, así la causa sería una especie de retraso madurativo. Se trataba de los inicios del conocimiento del grupo de trastornos que hoy se conocen con el término genérico de dislexias.

A lo largo del siglo XX se han llevado a cabo numerosas investigaciones y es posible citar autores como Ferdinand de Saussure (fundador de la lingüística moderna), Noam Chomsky (teoría innatista), Skinner (teoría

conductista), J. Piaget, Bruner i Vigotsky (teoría cognitiva), o Hymes, quien establece la primera conexión entre el lenguaje y las relaciones humanas. Hacia finales del siglo XX y con la aparición de la fisioterapia logran incorporarse profesionales en el desarrollo del lenguaje, surgiendo así los terapeutas del lenguaje o logopedas. La terapia de lenguaje es la responsable de evaluar y tratar las habilidades de comunicación de los niños; se especializa en procedimientos relacionados con el desarrollo y trastornos del lenguaje y el habla con propósitos de evaluación y tratamiento.

El desarrollo del encéfalo humano comienza muy precozmente, alrededor de la tercera a cuarta semana de edad gestacional y continúa, aunque a un ritmo decreciente, hasta la adultez. Se ha caracterizado por la ocurrencia de dos eventos organizacionales mayores.

El primer periodo se inicia con la concepción e incluye los eventos de neurulación, proliferación, migración y diferenciación. Se ha propuesto que estos eventos son controlados por factores genéticos y epigenéticos (fenómenos no mutacionales, pero que varían la expresión de un gen, tales como la metilación y la modificación de histonas) que originan estructuras neurales sensibles a influencias externas.

El segundo periodo es de reorganización, ocurriendo durante la gestación y continuando después del parto. Este estadio se caracteriza por crecimiento dendrítico y axonal, producción de sinapsis y cambios en la sensibilidad a neurotransmisores.

El trastorno específico del lenguaje (TEL) es un trastorno del desarrollo definido clínicamente como incapacidad de adquirir o usar el lenguaje en forma adecuada, existiendo una educación formal y un ambiente favorable, y en ausencia de retraso mental, déficit motor o sensorial. El TEL afecta aproximadamente al 7% de los niños que entran a jardín infantil y, en general, es asociado a resultados académicos pobres si no se resuelve.

La mayoría de las dislexias se relacionan a dificultades en el procesamiento del lenguaje, primero a nivel del procesamiento fonológico de los sonidos del habla, en específico con la percepción o conciencia fonológica, que es la habilidad de reconocer y manipular la estructura de sonidos de las palabras. El desarrollo del lenguaje es considerado como un indicador muy sensible y es un factor predictivo de trastornos posteriores.

El lenguaje comprende no sólo el habla, sino también el escuchar, comprender y la comunicación por medios no verbales. El lenguaje permite a las personas comunicar información, significados, intenciones,

pensamientos y peticiones; así como organizar sus pensamientos y expresar sus emociones. También interviene en varios procesos cognoscitivos como pensamiento, memoria, razonamiento, solución de problemas y plantación. La importancia del componente fonológico del lenguaje se refiere a la habilidad para asociar los aspectos (imágenes) fonológicos y visuales de las palabras escritas.

Motivo por el cual es de suma importancia la terapia de lenguaje, para poder desarrollar y mejorar el lenguaje, evitando con ello problemas no sólo personales, sino en el ámbito profesional, ya que la implicación de un trastorno del lenguaje afecta de manera social y emocional. Las terapias ayudarán a obtener mayor seguridad y confianza, amplificar el lenguaje y desarrollarlo poco a poco. A continuación, se enuncia una muestra de la mejora en comprensión de palabras en niños de 2 a 5 años con algún trastorno de lenguaje:

- Niños de dos años: muestra comprensión de hasta 1 000 palabras, usa hasta 200-300 palabras.
- Niños de tres a cinco años: muestra comprensión de hasta 2 000-3 000 palabras, tiene un vocabulario expresivo
- Niño de cuatro años: comienza a entender relaciones de tamaño, sigue una orden de tres pasos, cuenta hasta cuatro, nombra cuatro colores.
- Niño de cinco años: muestra comprensión de los conceptos de tiempo, cuenta hasta diez, responde a preguntas de “porqué”.

Los factores que influyen en el desarrollo del lenguaje:

a) **Factores hereditarios:** uno de los factores genéticos más famosos es la fenilcetonuria, enfermedad metabólica en la que el organismo no puede metabolizar el aminoácido fenilalanina en el hígado. Este fallo de digestión puede producir desde alteraciones en el lenguaje hasta retrasos mentales. Para detectarla, al nacer se toma una muestra de sangre del talón al bebé y se le hace la prueba del pañal para examinar si tiene el metabolito que afecta a su alimentación. Esta enfermedad es sencilla de diagnosticar y de tratar.

b) **Factores orgánicos:** afectan a niños sin disfunciones genéticas antes, durante o después del parto. Prenatal: o embriopatías. El alcohol y el tabaco afectan gravemente a la salud del feto y a su cerebro en formación. La sífilis no detectada ni tratada se puede transmitir al feto. La rubeola provoca daños cerebrales, así como también el consumo de

drogas.

- **Perinatal:** el factor más frecuente es el niño prematuro que presenta más incidencia en alteración del lenguaje que los niños nacidos a término. La anoxia (falta de O_2 durante el parto) provoca sufrimiento fetal.
- **Postnatal:** infecciones como la encefalitis y la meningitis son las más comunes; después están la tuberculosis (provoca sordera), las otitis de repetición (si afectan en torno a los cinco primeros años de vida afecta a todos los aspectos del lenguaje). Otro factor postnatal son los TCE (traumatismos craneoencefálicos).

Los tóxicos como los antibióticos pueden causar hipoacusia con la consiguiente alteración en la adquisición del lenguaje.

Convulsiones y epilepsias no controladas deterioran el cerebro. Los tumores que pueden ser del propio tejido nervioso o vascular (hemorragias cerebrales). Las embolias (embolo que obstruye una arteria e impide la llegada de sangre al cerebro) pueden ser trombos (acumulación de plaquetas) o grasas (por rotura de huesos). Las enfermedades metabólicas como diabetes o hipotiroidismo.

c) Factores ambientales: niños que viven en hospicios poco estimuladores y con pocos medios. Puede ser un factor cultural porque hay familias que hablan poco. En el caso del bilingüismo, en los primeros cinco años hay un bajo nivel en ambos idiomas que se solventa con el tiempo. Los gemelos desarrollan un lenguaje propio; lo cual provoca menos contacto con los demás y por ello, presentan un retraso en el lenguaje. Esto se arregla separándolos; por ejemplo que vayan a distintos colegios.

d) Factores afectivo-emocionales: el más común es la sobreprotección. El niño poco querido y no deseado presenta peor nivel lingüístico. Los niños abandonados suelen presentar mutismo. Los celos de hermanos provocan una infantilización del lenguaje.

Trastornos del lenguaje

Los trastornos del leguaje se manifiestan cuando al niño se le dificulta comprender el significado de las palabras que escucha, por lo tanto sus respuestas no son adecuadas, su vocabulario es poco y no le permite expresarse de manera apropiada, se le dificulta ordenar sus ideas y éstas se expresan en desorden, presenta dificultad al articular los sonidos del idioma, palabras, frases y oración.

Una alteración muy presentada es el retraso del lenguaje; el cual se caracteriza porque el niño tiene un lenguaje inferior al que le corresponde de acuerdo con su edad cronológica y se identifica por una demora o retardo del desarrollo de la estructuración gramatical. Los trastornos se clasifican en:

Receptivos: son los problemas que existen para procesar o entender un mensaje correctamente, como el caso de niños con problemas auditivos.

Expresivos: son todos aquellos problemas para hacer uso correcto de las palabras, vocabulario limitado o dificultad de expresar ideas coherentes; así como usar el lenguaje de forma inapropiada en sociedad.

Los trastornos de la articulación (pronunciación incorrecta) se dividen en:

Disartria: es el trastorno de la articulación del lenguaje debido a perturbaciones en el sistema nervioso central. Se caracteriza por dificultad en la pronunciación de los diferentes fonemas del lenguaje verbal.

Tartamudez: es una alteración patológica de comunicación, consiste en la falta de coordinación motriz de los órganos fonoarticuladores (lenguaje, labios, mandíbula, respiración, paladar) y se manifiesta en forma de espasmos que alteran el ritmo del habla. El tartamudeo infantil, es un trastorno frecuente.

Tipos de trastornos:

- **Trastornos de articulación:** dificultad para producir sonidos y pronunciar palabras de manera incorrecta.
- **Trastornos de la fluidez del habla:** condiciones donde el habla es interrumpida debido a pausas anormales, repetición de palabras o sonidos prolongados.
- **Resonancia o trastornos de la voz:** son problemas en el volumen, el tono y la calidad de la voz.
- **Disfagia oral o trastornos de la alimentación:** son todas aquellas dificultades para comer o tragar con normalidad.

Dislalia

Uno de los trastornos más importantes es la dislalia, se define como aquellos problemas en la articulación de los sonidos, en otras palabras, una mala pronunciación.

Dislalia orgánica: es el conjunto de alteraciones en la emisión de ciertos sonidos, causados por un mal funcionamiento en los órganos participantes

(boca, lengua, labios, entre otros), originadas por un desarrollo incorrecto del mismo.

Dislalia audiógena: es causada por una hipoacusia (disminución en la audición) que impide al niño escuchar de manera correcta la pronunciación de las palabras, omitiendo algunos fonemas en su aprendizaje.

La presencia de malos hábitos orales se encuentra estrechamente relacionada con las dislalias; debido a que los órganos que participan en la emisión de sonidos sufren modificaciones considerables. Las dislalias, en general, pueden presentar cuatro tipos de alteraciones:

- **Sustitución:** se pronuncia un fonema en lugar de otro.
- **Omisión:** la letra que crea dificultades no se pronuncia.
- **Distorsión:** se pronuncia el sonido correcto, pero de manera distorsionada.
- **Inserción:** se introduce un nuevo sonido; y se agrega una letra que no debería estar presente.

El cerebro está compuesto de dos hemisferios (izquierdo y derecho) siendo uno más hábil en algunas tareas que el otro; dominancia cerebral. El HI (hemisferio izquierdo) es más hábil lingüísticamente. El 90% de la población es diestra y de ese 90%; un 99% tiene el HI como dominante para las tareas relacionadas con el lenguaje. En el 10% de zurdos, 2/3 también presentan una fuerte dominancia lingüística del HI. El 1% de diestros y el 1/3 de zurdos tienen las tareas lingüísticas representadas en ambos hemisferios. De tal manera que si los que tienen el lenguaje dominado en el HI y sufren una lesión (afasia), ésta será más grave que los que tienen una dominancia bilateral.

No hay una actividad lingüística única en el HD. Pero si un niño en los primeros años de vida pierde el HI, su HD va a desarrollar las tareas lingüísticas. Si la lesión se produce antes de los 4 años el niño perderá el lenguaje que tuviera, pero lo más frecuente es que recupere el lenguaje rápidamente. Cuando la lesión se produce entre los 5 y 12 años la recuperación del lenguaje va a ser buena, pero no tanto como el grupo anterior.

Después de los 12 años se va a perder el habla como si fuera un adulto, es decir, la recuperación será lenta y no se completará. Esto sucede por la plasticidad cerebral que es el estado o etapa en que las áreas corticales específicas no están bien definidas debido a la inmadurez del encéfalo.

Afasia

Es la pérdida o alteración del lenguaje ya adquirido, secundario a una lesión cerebral con integridad anatómica de los órganos encargados del habla. Los tipos de afasia son:

a) **Afasia sensorial o de Wernicke:** es la imposibilidad de comprender lo que se les dice, por ello responden cosas sin relación o sin sentido. A veces hay automatismos (p. ej., si si, si o vale, vale, vale). Son personas felices, pero muchas veces no son conscientes de su problemática, por tanto suelen ser un poco peligrosos.

b) **Afasia motora o de Broca:** el paciente comprende a la perfección y sabe lo que quiere decir, pero no es capaz de hacerlo. Tienen estereotipias. Tienden a la depresión.

La afasia se clasifica en:

- **Afasia global:** es una pérdida completa o casi completa del lenguaje en todos sus aspectos, tanto en el nivel de la producción como en el de la comprensión y en los niveles oral y escrito del lenguaje, lo que confiere una condición de aislamiento extremo, debido a la incapacidad de habilidades extralingüísticas que pudieran compensar el bloqueo verbal. Tiene como origen una lesión que afecta conjuntamente las áreas de Broca y Wernicke.
- **Afasia de Broca o afasia motora:** se origina con una lesión en el área de Broca. El lenguaje espontáneo presenta una importante alteración de los mecanismos articulatorios, un vocabulario restringido, agramatismo y una severa reducción de la longitud de la frase; se producen parafasias fonémicas y cada elemento sonoro requiere un esfuerzo particular para ser articulado. La capacidad de comprensión del afásico también queda levemente disminuida y en el nivel escrito de la lengua se manifiestan disgrafías (trastornos de la expresión escrita) y dislexias (trastornos de la lectura).
- **Afasia de Wernicke o afasia sensorial:** lesión ubicada en la zona de Wernicke. El trastorno de la comprensión tiene su origen en una caída de la discriminación fonémica y en una pérdida de la capacidad para comprender los elementos sintácticos y semánticos.
- **Anomia o afasia amnésica:** su ubicación es imprecisa. Se caracteriza por la dificultad para encontrar palabras léxicamente plenas. El paciente suele recurrir a usar palabras generales o expresiones deícticas para suplir

ese déficit. La comprensión lingüística no se ve afectada.

- **Afasia de conducción o síndrome de desconexión:** lesión causada en la conexión que une las áreas de Broca y Wernicke. En la comprensión apenas presenta trastornos el paciente, pero sí en la producción, donde se observan parafasias e incapacidad para reproducir verbalmente lo oído.
- **Afasia mixta:** se presenta en un mismo paciente tanto la afasia motora como la sensorial, con una diversidad de deficiencias propias tanto de una como de la otra.
- **Afasia infantil:** es la desaparición o deterioro de un lenguaje ya existente que se produce por una lesión cerebral traumática, neoplásica, malformativa o inflamatoria observable en el niño que ya tiene adquirido el lenguaje parcial o totalmente. El tratamiento antes de los 3 años de edad tendrá un pronóstico muy bueno. La rehabilitación entre los 3 y 5 años será buena. Pero después de los 10 años la recuperación será menos buena y habrá rasgos del lenguaje que no se podrán recuperar.

La afasia infantil empieza bruscamente tras una pérdida de consciencia. Puede ser progresivo en el caso de los tumores expansivos, pero no es frecuente. Desaparece el lenguaje oral y gestual durante semanas, no suelen presentarse déficits comprensivos. Las alteraciones del habla van desde la disartria a la anartria. También tiene problemas en el léxico y en la sintaxis. Si tiene adquirida la lectoescritura, ésta se verá alterada.

El tratamiento es más beneficioso si es en grupo, pero como no suele haber muchos niños con afasia se reúnen en grupos de retraso del lenguaje o con disfásicos, pues se potencia la comunicación. No es recomendable iniciar el tratamiento del habla, pero se permitirán gestos y mímica. Es recomendable utilizar material visual muy sencillo para trabajar la discriminación auditiva, la memoria, esquema corporal, psicomotricidad, motivación, entre otras.

Como causa de las lesiones cerebrales causantes de la afasia encontramos la encefalitis, accidentes cerebrovasculares o tumores cerebrales. El pronóstico será más favorable mientras menos definida estuviese la lateralización hemisférica de la zona del lenguaje en el momento de producirse la lesión.

En las afasias adquiridas los trastornos expresivos predominan por sobre los receptivos, en especial, una reducción del lenguaje espontáneo; se presentan trastornos del lenguaje escrito y en la lectura que pueden hacerse permanentes. Los criterios de diagnóstico de la afasia son: retraso severo

de la comprensión y expresión del lenguaje, disfuncionamiento en la percepción de los estímulos presentados, desorganización en el almacenamiento de la información, inteligencia normal.

En la afasia congénita existen uno o varios déficits en la construcción del lenguaje, sin que exista necesariamente una lesión, como en la afasia adquirida. Además de estos signos, los niños con afasia congénita suelen presentar desórdenes en la discriminación y asociación fonética, junto a problemas en la memoria secuencial auditiva. Como causa de la afasia congénita, se ha sugerido un retraso en la maduración de los centros encargados de la integración de sonidos, o bien la presencia de lesiones cerebrales precoces. Los criterios necesarios para diagnosticar una afasia infantil son los siguientes:

1. Pérdida total o parcial del lenguaje de modo brusco en niños que ya poseían lenguaje. (Después de una edad aproximada de 3 años y 6 meses.)
2. Lesión cerebral localizada, diagnosticada o muy presumible.
3. No es debido a parálisis cerebral, trastornos generales del desarrollo, ni a deficiencia mental.

Dispraxias, disartrias y disglosias

Las siguientes patologías lingüísticas son el resultado de afecciones neurológicas en dominios cerebrales o canales con los que se controla la actividad motora. Estas tres patologías no afectan propiamente al proceso codificador sino a la fase en que una vez formulado el mensaje el paciente resulta impedido de realizar la actividad motora que permite exteriorizarlo. Las dispraxias y disartrias acompañan muy a menudo a la afasia.

En la **dispraxia** se produce una incapacidad de ordenar actividades motoras simples dentro de actividades motoras complejas, no se puede controlar la secuencia de sonidos. Como consecuencia de ello el movimiento complejo se ve realizado, interrumpido o sustituido parcial o totalmente por otro que no corresponde al enviado de manera intencional. La **disartria** se define como un trastorno orgánico del lenguaje de carácter neurológico, provocado por lesiones en regiones centrales y en las vías conductoras del analizador verbomotor.

Se hace evidente la inervación insuficiente de los órganos articulatorios, produciendo alteraciones en la pronunciación de los sonidos, acompañados por lo general de afectaciones en los atributos vocales, y toma de los

movimientos biológicos. Defecto de la articulación del lenguaje, ausencia de coordinación entre movimientos musculares individuales en laringe, boca y aparato respiratorio acompañado de incapacidad de predecir la intensidad del sonido o su duración. Esto origina una vocalización confusa, con sílabas débiles o altisonantes, algunas largas o cortas, en la cual el habla resultante es casi ininteligible.

En general, se expresa como una mala pronunciación de las consonantes, puede originarse en la parálisis flácida o espástica por espacios repetitivos (tartamudez) o en la ataxia de la faringe y el aparato respiratorio. Supone, por tanto, un desorden en la articulación del habla, resultante de daños o lesiones en los mecanismos neurológicos encargados de enviar información a los músculos de los órganos fonoarticuladores para ejecutar sus movimientos.

Apraxia

Es un trastorno neurológico caracterizado por la pérdida de la capacidad de llevar a cabo movimientos a pesar de tener la capacidad física y el deseo de realizarlos, es decir, existe una disociación entre la idea y la ejecución motora. Entre las principales apraxias relacionadas con el desarrollo motor se encuentran las siguientes:

- **Apraxia ideacional:** pérdida en la capacidad para formular de manera mental y expresar verbalmente la secuencia de movimientos relacionados a una acción como lavarse los dientes o servirse un vaso de agua.
- **Apraxia construccional:** incapacidad para realizar acciones de representación o construcción en el espacio como escribir y dibujar.
- **Apraxia ideomotora:** aquí el individuo planea y expresa actividades motoras a realizar, pero al momento de llevarlas a cabo no lo puede hacer.
- **Apraxia bucofacial:** el paciente no puede organizar movimientos con los músculos de la cara.
- **Apraxia de construcción:** incapacidad o dificultad para la organización de tareas que suponen un control de coordenadas espaciales.
- **Apraxia ideatoria:** incapacidad o dificultad de realizar movimientos con las manos.

Dislexia y disgrafía

Es una dificultad específica de la lectura en personas con inteligencia, motivación y escolaridad adecuadas para poseer una lectura corriente y fluida. Dentro de las dificultades de aprendizaje se presenta en gran número de niños la dislexia. Consecuencias de la dislexia en el aprendizaje:

- Leer significa extraer el significado de algo escrito. Requiere varias cosas: integridad visual y una integridad en el procesamiento lingüístico.
- El sistema lingüístico tiene dos niveles: un nivel superior y otro inferior.
- El nivel superior está formado por sistemas neuronales que procesan la semántica, la síntesis y la sintaxis.
- El nivel inferior es un módulo fonológico que está encargado de procesar las distintas unidades de sonido que van a ser el vehículo del lenguaje. El fonema es la unidad funcional del módulo fonológico, es el más pequeño y distinguible segmento del habla.
- En la dislexia hay una dificultad en el procesamiento del módulo fonológico. Tiene dificultad para comprender las palabras habladas y las palabras escritas

Factores de la dislexia:

- Retraso en el lenguaje.
- Problemas con los fonemas (rimas, palabras fonéticamente parecidas).
- Dificultades en el lenguaje expresivo (anomia).
- Problemas de denominación.
- Dificultades para leer palabras sueltas.
- Dificultades para leer palabras sin sentido (pseudopalabras) o poco familiares.
- La lectura en voz alta es incorrecta, trabajosa y lenta.
- Lo frecuente es que la comprensión lectora sea superior a lo que han leído.
- Deletreo pobre.

Pasos a evaluar:

1. Identificar letras del alfabeto: siempre salteadas (automatismo).
2. Asociar sonidos con letras: mejor por vía oral que por escrito.
3. Ejercicios de conciencia fonológica: saber la palabra resultante.
4. Memoria verbal: repetir palabras o frases.
5. Enumeración rápida de objetos (p. ej., palabras que empiezan con *a*).

6. Vocabulario expresivo.

Patologías que presentan dificultades lectoras:

- **Déficit fonológico primario:** tienen problemas a la hora de descodificar palabras aisladas. La sintaxis no está alterada. Su CI es normal o superior.
- **Dificultades de aprendizaje:** el déficit primario afecta tanto al nivel fonológico como a la sintaxis, a la semántica y a la síntesis.
- **Dificultades en la lectura:** tanto en la descodificación como en la comprensión. En las pruebas de inteligencia la parte verbal se ve muy perjudicada.
- **Alexia adquirida:** pérdida o disminución de la habilidad lectora. Es secundaria a una lesión cerebral (traumatismo, infarto, epilepsia). Se suele acompañar de otros síntomas neurológicos que indican la extensión y la localización de la lesión cerebral.
- **Hiperlexia:** se presenta en niños con un interés precoz por las letras y por las palabras. Tienen una aparente habilidad para reconocer palabras entes de los 5 años de edad, pero su comprensión lectora es mala o nula. Presentan déficit de razonamiento y dificultades para resolver problemas abstractos.

Tratamiento en dislexia

Suelen aprender que todas las palabras escritas tienen el mismo número y secuencia de sonidos que se escuchan cuando se dice esa palabra en voz alta. Cuando se hacen estas asociaciones se descubre el principio alfabético y el código de lectura. El conocimiento de los fonemas deberá ser explícitamente enseñado. Es importante identificar el sonido y las letras del alfabeto de forma aislada.

Los ejercicios que se pueden utilizar son listas de palabras que rimen y que no rimen; ejercicios de síntesis acústica (unir sonidos aislados para hacer palabras); ejercicios de análisis acústico (desgranar las palabras en fonemas); leer en voz alta para tener así dos estímulos (visual y auditivo) y poder autocorregirse. Hay que saltear y variar las pseudopalabras porque tienen buena memoria y memorizan el material.

EJERCICIOS PARA ESTIMULAR EL LENGUAJE

Praxias. Son los movimientos que se realizan con los labios, lengua y los

músculos cercanos a la boca, la mandíbula o el paladar. Todos ellos con la finalidad de articular de manera correcta las palabras.

Ejercicios de maxilar:

- Abrir y cerrar la boca rápidamente.
- Abrir y cerrar la boca rápidamente con los labios cerrados, como masticando.
- Llevar el maxilar hacia la derecha.
- Llevar el maxilar hacia la izquierda.
- Llevar el maxilar de derecha a izquierda y viceversa.
- Llevar el maxilar hacia delante.
- Llevar el maxilar hacia atrás.
- Llevar el maxilar hacia delante hacia atrás y viceversa.
- Hacer rotaciones con el maxilar.
- Indicar con el dedo índice la dirección a la cual el niño debe llevar el maxilar.

Ejercicios de mejillas:

- Bostezar abriendo los brazos.
- Decir din-dong y anga-anga rápidamente.
- Hacer buches de aire y de agua.
- Hacer gárgaras con agua.
- Inflar las mejillas de manera simultánea.
- Inflar las mejillas de forma alterna, pasando por la posición de reposo, realizando esto en cuatro tiempos.
- Inflarlas, de manera alterna, sin pasar por la posición de reposo en dos tiempos.

Ejercicios de cavidad oral:

- Lengua dentro y fuera rápido.
- Poner los labios en forma de *0*.
- Tocar los incisivos superiores e inferiores por dentro.
- Subir la lengua hasta tocar la campanilla, bajarla plana en el suelo de la boca.
- Morder el labio de abajo, morder el labio de arriba.
- Enseñar los dientes y los esconderlos.
- Girar la mandíbula a los lados y enseñar los dientes de un lado y otro.
- Sonrisa sin enseñar los dientes.

- Poner la lengua por dentro en una y otra mejilla.
- Lengua a una comisura.
- Lengua a un lado y otro por dentro de la boca.
- Tocar las muelas de arriba y de abajo del mismo lado.
- Limpiar la arcada inferior por dentro, rápido.
- Limpiar con la lengua el labio de arriba, rápido de un lado a otro.
- Soplar hacia el bigote Soplar hacia la barbilla.
- Mover la lengua rápido de una comisura a otra de la boca limpiando el labio inferior.
- Mover la lengua rápido de una comisura a otra de la boca limpiando el labio superior.
- Sacar la lengua al máximo.
- Lengua ancha; lengua estrecha.
- Sacar la lengua hasta donde se pueda y luego meterla dentro de la boca.
- Boca del pez chupando las mejillas hacia dentro.
- Dar besos sonoros.
- Chasquear la lengua contra el paladar e imitar el trote del caballo.

Ejercicios para la afasia expresiva

Los siguientes ejercicios ayudan a mejorar el habla y la escritura:

- Decir algunas cosas automáticas, como contar, decir el alfabeto o nombrar los días de la semana y los meses del año.
- Cantar algunas canciones conocidas, como feliz cumpleaños o la cucaracha.
- Decir una palabra que signifique lo opuesto, por ejemplo, caliente y frío.
- Mencionar objetos en la habitación, como una silla, una lámpara y un cuadro.
- Describir un objeto y pedir al paciente que lo nombre. Por ejemplo, el objeto es algo que se usa para cortar papel y la palabra es tijera.
- Nombrar tantos artículos en una categoría como sea posible. Por ejemplo, una categoría sería frutas; y las naranjas, manzanas y uvas son todas frutas.
- Nombrar tres cosas y pedir al paciente que le diga por qué son similares. Por ejemplo, tigre, jirafa y león son todos animales.
- Nombrar palabras y pedir al paciente diga el significado de cada una.
- Escribir números, letras y palabras.
- Mostrar un objeto o imagen y pídale que escriba lo que ve.

- Escribir información sobre sí mismo, como su nombre, dirección y número de teléfono.
- Escribir una oración utilizando una palabra.
- Armar un rompecabezas o crucigrama.
- Asociar una imagen con una palabra.
- Tener conversaciones con ellos sobre el día el día, la actualidad, cómo les va.
- Trabajar el doble sentido de expresiones típicas, refranes, entre otras (sentido literal y figurado). Pensar en situaciones que hayan vivido y les recuerde esa expresión.
- Estimular el vocabulario.
- Jugar con la abstracción del lenguaje. Por ejemplo, cambiar la palabra acordada por el grupo por otra, es decir, un paciente tendrá que adivinar qué palabra es la que se está buscando.

Ejercicio de los opuestos

Este ejercicio ayuda a reparar las habilidades para hallar y articular las palabras, también para expandir conceptos limitados. Para este ejercicio, es recomendable escribir diez palabras, como “arriba”, “enojado” y “brillante”. Luego, pedir al paciente que diga la palabra opuesta. Se puede preguntar: “¿Cuál es el opuesto de ‘arriba’?”, y luego contestar “abajo”. Este ejercicio puede incrementarse en su dificultad, siempre y cuando los conceptos estén dentro de las limitaciones del paciente. Por ejemplo, es posible intentar con palabras tales como “frustración” y “alegría”.

No solo en los que por nacimiento presentan una alteración, y que al no identificarla desde el inicio de su vida son capaces de una mejor adaptación se han realizado estudios donde se aportan tablas para la comprobación de la escala de gravedad que se propone cada grado de deficiencia:

1. Mínima limitación para la comunicación.
2. Moderada limitación para la comunicación.
3. Severa limitación para la comunicación.
4. Grave limitación para la comunicación.
5. Total limitación para la comunicación.

Siendo éste, un tema que en muchas ocasiones no se repara en las personas que presentan alteraciones o dificultad para la comunicación oral, sirve

como una una pequeña introducción en esta manual de fisioterapia.

BIBLIOGRAFÍA

Caplan D: *Introducción a la neurolingüística y a los estudios del lenguaje*. Madrid: Visor, 1992.

Dabbah J: Trastornos específicos del lenguaje. En: Revista de Psicología Iberoamericana, 1994: 2; 86-98.

American Psychiatric Association: *DSM-IV: Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales*, 5ª ed. Barcelona: Masson, 2014.

Enciclopedia Médica-Medline Plus. En http: //www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish, Biblioteca Nacional de Medicina de EUA.

Hernández Sacristán C: Patologías del lenguaje. En: Elementos de Lingüística. Barcelona: Octaedro Universidad, 1996; cap. 10.

Martínez Sánchez JM: Neurolingüística: patologías y trastornos del lenguaje. Revista Digital Universitaria, 10 de diciembre 2008: vol. 9, número 12, ISSN: 1067-6079.

Serón JM y Aguilar M: *Psicopedagogía de la comunicación y el lenguaje*. Madrid: EOS, 1992.

Shelly M: *Terapia ocupacional en pediatría: Proceso de evaluación*. Madrid, España: Editorial Médica Panamericana, 2006, 228.

CAPÍTULO 24

Miscelanea de conocimientos y actualidades

En este apartado se habla un poco de las novedades que se emplean en el campo de la rehabilitación, aunque algunas de ellas se han utilizado desde hace algún tiempo. Es importante explorar estos campos a mayor detalle o profundidad en zonas especializadas en alguno de los temas, en caso de que persistan dudas o se necesite ampliar el conocimiento de los mismos.

ONDAS DE CHOQUE

Son ondas acústicas de muy alta energía, que pueden generarse de distintas formas y se aplican en la zona dolorosa mediante un cabezal libremente móvil. Esta técnica se ha iniciado en el tratamiento de procesos musculoesqueléticos (inflamación, calcificación, procesos condrales).

Tipos de generadores de ondas de choque

- **Electrohidráulicos:** bujía eléctrica contenida en un medio acuoso, por la cual al pasar una corriente eléctrica de alto voltaje (14 a 30 kV) genera una burbuja de plasma que se expande de manera esférica. Posteriormente a esta expansión se genera una onda de choque.
- **Piezoeléctricos:** funciona impulsando simultáneamente varios cientos de piezoelementos montados en una bandeja esférica, generando así ondas esféricas autoenfocantes.
- **Electromagnéticos:** utiliza una bobina eléctrica para generar dos campos magnéticos de distinta polaridad, esta bobina puede ser plana o cilíndrica.

En el caso de que la bobina sea plana se hace pasar por ella una fuerte corriente eléctrica que genera un campo magnético, encima de la bobina hay una membrana de metal que es empujada por dicho campo magnético contra un volumen de agua adyacente generando así una onda de choque.

La configuración más avanzada de equipos de ondas de choque electromagnéticas hace uso de una bobina cilíndrica con un reflector parabólico que presenta mejoras:

1. El frente cilíndrico enfoca en la zona a tratar sin pérdida de energía.
2. Permite un sistema de apuntamiento ecográfico o radiográfico dirigiéndose coaxial a la fuente generadora de ondas.
3. Se introduce la onda a través de la piel por una superficie grande, por lo que se reducen las molestias en el tratamiento.

Tipos de ondas de choque

Focales:

- Dirigen las ondas generadas hacia un solo punto de actuación.
- Existe muy poca dispersión de la energía.
- Mayor penetración en los tejidos.
- Mayor dolor en el momento de la aplicación.

Radiales:

- Desarrolladas a partir de 1999. Ondas generadas neumáticamente, y aplicadas sobre tejidos blandos superficiales.
- Sus indicaciones: tendinosis o tendinitis calcificantes o no, en hombro, rodilla, codo (epicondilalgias laterales o mediales); bursitis trocantérea, síndrome de la fricción de la cintilla iliotibial, puntos gatillo, entre otras.
- Técnica no invasiva, segura y de carácter ambulatorio.

Efectos:

- Analgésico.
- Antiinflamatorio.
- Aumento temporal de la vascularización.
- Activación del angiogénesis.
- Fragmentación de los depósitos cálcicos.
- Neoosteogénesis en procesos de pseudoartrosis y retardos de consolidación.

Contraindicaciones:

- Procesos inflamatorios e infecciosos agudos.
- Procesos hemorrágicos y tratamientos anticoagulantes.
- Polineuropatías

- Neoplasias.
- Enfermedades reumáticas sistémicas.
- Fisis de crecimiento de los niños

Efectos secundarios:
- Hematomas subcutáneos.
- Petequias.
- Eritema.
- Dolor.

Estimulación del nervio tibial como tratamiento de vejiga hiperactiva

La estimulación del nervio tibial percutánea (PTNS), también referido a la estimulación del nervio tibial posterior como, la forma es menos invasiva de la neuromodulación utilizados para tratar a la hiperactividad de la vejiga (OAB) y los síntomas asociados de urgencia urinaria, frecuencia urinaria e incontinencia de urgencia. Estos síntomas urinarios también pueden ocurrir con la cistitis y tras una prostatectomía postradical. Fuera de los EUA, la PTNS también se usa para el tratamiento de la incontinencia fecal, además se puede utilizar como un tratamiento primario. Sin embargo, el tratamiento de la vejiga hiperactiva y la incontinencia fecal comienza con terapias conservadoras incluyendo la farmacología.

La neuromodulación se está convirtiendo en una modalidad eficaz para el tratamiento de los pacientes que no tienen éxito con métodos conservadores y su eficacia demostrada ha sido el tema de varias publicaciones.

Electrólisis percutánea intratisular (EPI)

La electrólisis percutánea intratisular (EPI) es una terapia consistente en la aplicación de una corriente galvánica sobre tejidos blandos (tendón, ligamento, músculo, entre otros) que sufren una lesión crónica. Mediante esta técnica se produce una reacción química que rompe las fibras dañadas, generando una respuesta inflamatoria que favorece su regeneración. De esta forma, afecciones crónicas que no han encontrado cura mediante tratamientos conservadores pueden hallar en la EPI un remedio mínimamente invasivo que precipitará una recuperación más rápida,

permitiendo al paciente recuperar las funciones y la movilidad. Se trata de una técnica local y segura que se da directamente en el lugar de la lesión. Mediante una ecografía el fisioterapeuta detectará los tejidos dañados para aplicar sobre ellos la corriente galvánica mediante una aguja similar a las que se utilizan en acupuntura. La rotura de las fibras degeneradas es inmediata, dando lugar a una recuperación a tiempo real.

La efectividad de la EPI es alta en este tipo de afecciones, y se muestra como una solución eficaz en casos en los que tratamientos convencionales como ultrasonido, láser u ondas de choque no han dado el resultado esperado. El plazo de recuperación es más corto y permite al paciente volver a sus actividades diarias con normalidad. Además, en los casos en los que la EPI ha sido aplicada, la frecuencia de recaída ha sido baja.

Indicaciones:

- Lesiones tendinosas, muy frecuentes en deportistas cuya actividad supone numerosas repeticiones de un determinado movimiento.
- Afecciones como las tendinitis crónicas, fascitis plantar, roturas musculares, pubalgias o esguinces crónicos.

Después de las primeras dos sesiones se presentará una disminución del dolor. Los resultados son más notables en lesiones crónicas que en agudas, pues los efectos sobre el tejido dañado son mayores.

Vendaje neuromuscular

Durante los últimos años, el vendaje neuromuscular, creado en 1979 por el doctor Kenzo Kase, ha venido introduciéndose en el manejo de muchas alteraciones del sistema musculoesquelético y más aún en el tratamiento de trastornos neurológicos; consiste en un vendaje elástico autoadhesivo que permite la recuperación de la parte lesionada sin disminuir su función corporal.

El concepto que establece una interrelación entre el movimiento y la actividad muscular es imprescindible para entender la forma de actuación del vendaje neuromuscular, la actividad muscular activa la bomba circulatoria sanguínea, activa también la bomba linfática y, a través de estos medios de control del sistema vascular, se produce una regulación de la temperatura local. Las vendas neuromusculares, producen una descompresión de los tejidos, una activación del sistema neurológico, del sistema circulatorio. Basa sus efectos positivos en la combinación de una

venda específica y la técnica de colocación.

Formas de aplicación:
- Técnica en I: por encima del vientre muscular, punto de dolor o en malla.
- Técnica en Y: alrededor del vientre muscular.
- Técnica en X: desde un punto central alrededor del vientre muscular.
- Técnica en Estrella: para aumentar espacio en el centro.
- Técnica en Pulpo: para drenaje linfático.
- Técnica en Dona: para aumento de espacio.

Condiciones que debe tener la piel:
- Piel sin vello, sin grasa y seca. Se debe limpiar y secar perfectamente la piel ya que la adhesividad y sus efectos van a mejorar de forma significativa; una venda de alta calidad y con muy buena capacidad de fijación va a perder la mayor parte de las propiedades si la piel tiene restos de cremas o lociones.
- Se necesita depilar la zona, ya que también interfiere de forma importante en el pegado y mantenimiento del vendaje.

Se requiere medir bien la longitud de la venda antes de cortarla, poniendo el músculo en tensión. Para las aplicaciones musculares de origen a inserción, conceder 2 cm. más en cada extremo como mínimo; es mejor que pequemos por exceso que por defecto, pues una tira de venda se puede acortar, pero nunca alargar. Redondear las puntas de la venda; de esta manera, se evitará el roce con la ropa, aseguramos una mayor durabilidad. La fuerza se concentra en la propia venda y respeta la máxima asiática del Feng Shui: “la energía se escapa por las esquinas”.

Rasgar el papel de protección por la mitad para no tocar las puntas y asegurar un mejor pegado de las mismas. Los anclajes son siempre colocados sin estirar, sea cual sea la técnica utilizada. Friccionar suavemente la venda una vez colocada pues el calor activará el pegado y éste será más duradero. Sólo se pegará la venda una vez; si se calcula mal la medida y se comienza a realizar el vendaje, es mejor desechar la venda utilizada y tomar una venda nueva.

Los primeros 15 minutos suelen ser de una sensación extraña que luego desaparece para convertirse en agradable o indiferente. Si la sensación es desagradable desde el principio y no varía (síntomas vágales que no desaparecen), retirar la venda definitivamente.

Es preferible no tensionar la venda en pacientes con posibles alteraciones en la sensibilidad de la piel, para evitar rozaduras o irritaciones de la piel que causen el efecto contrario al que buscamos. Para una mayor duración de la venda una vez colocada, después del baño, se puede secar ligeramente con el secador de pelo buscando una eliminación más rápida de la humedad. Para retirarla se debe jalar de la venda con suavidad desde el anclaje de origen hasta el anclaje final y nunca al contrario pues se podría irritar la piel e incluso producir pequeñas roturas de capilares. También se puede humedecer con agua antes para facilitar su retirada.

Los efectos fisiológicos que se atribuyen al vendaje neuromuscular se deben a las características peculiares de la venda o al método de colocación. La disminución de la presión intersticial y a la activación del sistema de analgesia natural del organismo (endorfinas, encefalinas) son atribuibles los efectos analgésicos.

El estiramiento y contracción muscular por sobre solicitación, así como las cargas y descompensaciones a las que sometemos las articulaciones a lo largo del día, crean problemas de contracturas, espasmos, restricciones del flujo sanguíneo-linfático, inflamaciones que aumentan, en definitiva, la presión intersticial.

La venda puede aliviar el dolor provocado por ese aumento de presión intersticial activando el estímulo de los nociceptores (terminaciones nerviosas encargadas de la transmisión de dolor) al ser capaz de levantar la piel del tejido subcutáneo y favorecer así el drenaje y descompresión de dicha zona.

Los nociceptores, responsables de la activación de los estímulos de dolor, pueden ser influidos directamente por el nuevo estímulo que genera la venda gracias a la normalización de la circulación sanguínea en primer lugar y su evacuación linfática posterior.

El efecto sobre el tono muscular se explica en función de la técnica de colocación de las tiras sobre el tejido muscular. La tendencia por parte de la venda a recogerse hacia el punto inicial del vendaje (anclaje) por su contractilidad hace que el anclaje final tienda a retornar hacia el inicio y por esa regla podemos conseguir elevar o disminuir el tono muscular si empezamos el vendaje en el origen o en la inserción distal del músculo o músculos implicados.

Si se inicia el vendaje en el origen de un músculo, punto fijo del mismo, las fibras musculares tienden a acortarse provocando un aumento del tono muscular. Será el método más efectivo en el tratamiento de atrofias por

desuso o en la tonificación general. Si iniciamos el vendaje en la inserción de un músculo, las fibras musculares tienden a enlongarse, a relajarse, disminuyendo el tono, situación ideal para evitar o resolver contracturas.

Para conseguir una relajación muscular, se coloca el vendaje de inserción distal a proximal. Si se quiere activar el músculo, se coloca de inserción proximal a distal. Para una aplicación ligamentosa, se pone siguiendo la dirección del ligamento, con la tira neuromuscular en su máxima tensión.

Conviene tener en cuenta esta excepción si se realiza un vendaje neuromuscular. Su acción es prácticamente instantánea por lo que, si no se aprecia una mejora inmediata a su término, se deberá cambiar el sentido aplicado.

El efecto sobre el soporte articular se debe a la acción biomecánica de corrección relativa en la posición de los huesos de la articulación a tratar, de su correcta alineación y de la tensión aplicada a la venda, pues se estimulan los mecanos receptores y su respuesta adaptará una corrección postural.

El estímulo de los propioceptores, que confieren al organismo la capacidad de percibir la posición y el movimiento de sus estructuras sobretodo en el plano musculoesquelético, se conseguirá mandar información permanente sobre el estado artrocinemático de la articulación y así poder influir sobre la postura articular, la estabilidad de la misma y su dirección.

El efecto sobre la circulación sanguínea y el drenaje linfático se deben a la elevación de la cinta sobre la piel y drenaje posterior hacia los ganglios linfáticos. Como en el caso de los nociceptores y el cambio de presión intersticial, con la linfa como drenante ocurre algo similar: el cambio de presión sobre la misma mejora su drenaje y es perfectamente compatible con el tratamiento manual, complementándolo.

El efecto neurorreflejo se atribuye a la relación segmental de los elementos que conforman el organismo. La relación entre piel, músculo, esqueleto y vísceras se apoya en la inervación por medio de un nervio espinal que interrelaciona los diferentes componentes comentados de un segmento. Eso quiere decir que desde la periferia por medio de la venda se puede influir directamente sobre el interior del organismo estimulando los distintos componentes de un segmento, esto es, el dermatoma (segmento de la piel), el miotoma (segmento muscular), el esclerotoma (segmento de estructura articular, tejido conjuntivo, ligamento, cápsula y hueso) y finalmente el viscerotoma (segmento de los órganos). Las técnicas de

vendaje son:

- Muscular.
- Ligamento-tendón.
- Corrección articular funcional.
- Corrección mecánica.
- Fascial.
- Aumento de espacio.
- Linfática.
- Segmental.

Técnica muscular

No se recomienda estirar la venda, se pone en tensión el músculo, se estira la piel o se hacen las dos cosas a la vez, pero la venda se aplica sin estirar en todo su recorrido. El anclaje de inicio se coloca en posición neutra y después estiramos o flexionamos el músculo en cuestión para deslizar sobre él la venda y al final se regresa a la postura neutral para fijar el anclaje final. La utilizaremos para potenciar o inhibir el tono muscular.

Técnica ligamentosa o de tendón

Es importante aprovechar al máximo la elasticidad de la venda aplicando desde un 50 hasta un 100% de tensión en su colocación.

Técnica ligamentosa

La articulación debe situarse en posición funcional al colocar el anclaje de inicio, sin estirar, haciéndolo después hasta donde sea necesario, con 50, 75 y hasta 100% de tensión. Con ese nivel de tensión fijamos la venda sobre la articulación y después colocamos el otro anclaje sin estirar.

Técnica tendinosa

El anclaje de inicio se colocará antes de poner en tensión el tendón afectado. La venda se estira generando desde un 50 hasta 75% de tensión rodeando el tendón interesado. Después se vuelve a destensar la venda una vez traspasado el mismo y colocamos el anclaje final sin estirar. Buscamos dar información propioceptiva por medio del estímulo de los mecanos receptores.

Técnica de corrección mecánica

Se debe colocar la articulación en la posición que más se interese de forma manual y después aplicar la venda, o bien poner la articulación en posición y vendar de manera directa. Tanto el anclaje de inicio como el final estarán colocados sin tensión y el resto de la venda será aplicada con una tensión variable entre el 50 y el 75%. De esta manera se estimulan los mecanos receptores con la intención de asistir el posicionamiento de músculo, fascia o articulación e influir en su interior con nuestra acción.

Técnica de corrección articular funcional

Es la única técnica de vendaje neuromuscular con la que se puede limitar el movimiento mientras que en las demás se asiste y facilita.

Técnica fascial

La venda debe ser colocarla en Y, con los anclajes de inicio y final sin tensión y el resto de la venda ponerla a pequeños tirones alternantes, de corto recorrido, a modo de pequeñas vibraciones en la dirección que previamente se ha elegido como más indicada. Es importante realizar movimientos de ligera tracción sobre la piel intentando buscar la dirección más adecuada, colocando más adelante la venda siguiendo la guía previa. También se puede trabajar en I dando a la venda pequeñas oscilaciones. Resulta ideal en el tratamiento de cicatrices, adherencias y hematomas asociada a la técnica de aumento de espacio. Influimos sobre las fascias, recogiéndolas o estirándolas, según sea nuestro interés.

Técnica aumento de espacio

Se busca previamente un punto máximo de dolor, sobre el rendimiento se coloca la venda a modo de estrella o asterisco, dotándola de una tensión en el centro, por encima del punto elegido, que varía entre 25 y 50%, y con los anclajes sin tensión. De esta manera se potencia el efecto elevador de la cinta, quitando presión en el tejido subcutáneo y aumentando el espacio. Esta misma técnica puede ser utilizada en el tratamiento de 30 hematomas y cicatrices, aplicando tiras enrejadas con un mínimo de tensión, un 50%. Se estimulan los mecanos receptores al generar más espacio sobre el área de inflamación o edema, disminuyendo la presión. Junto a la técnica de

fascia es la indicada en el tratamiento de hematomas y cicatrices.

Técnica linfática

Se aprovecha la función elevadora de la venda para, aumentando el espacio y reduciendo la presión, normalizar la circulación sanguínea y con ella su drenaje linfático. El anclaje de inicio y final se aplican sin tensión, estirando suavemente la piel con nuestros dedos y procurando que la venda presente un mínimo de estiramiento que no sobrepase 10% o, simplemente, envolviendo la región afectada sin más tensión que la previa de la venda al ser cortada. La forma de pulpo, dejará unos 3 cm para el anclaje de inicio o base común. La venda tiende a retraerse hacia el inicio del vendaje que deberá emplazarse sobre los ganglios linfáticos responsables del drenaje de la zona a tratar, de proximal a distal, favoreciendo así el retorno linfático. Es posible vendar en forma de espiral sobre la superficie obteniendo un efecto de drenaje, o de forma longitudinal a lo largo de esa región sin olvidar hacerlo de proximal a distal.

Técnica segmental

Realizar un efecto neurorreflejo a distancia actuando sobre el segmento espinal. Da resultados rápidos en dismenorrea, EPOC, diafragma y posiblemente es la que más recorrido tiene por desarrollar e investigar. Se utiliza la técnica de espacio, muscular o combinadas, en su colocación.

Colores

Aunque no hay diferencias en cuanto a los componentes de las vendas y sus colores, la experiencia demuestra que no da igual el color a utilizar en función de la lesión a tratar o del efecto que se está buscando.

No es una situación científica pero el color sí influye tal como pasa en la cromoterapia. Básicamente los colores más utilizados son el rojo/fucsia, el azul, el negro y el color carne/beige; y la tendencia es utilizar el rojo/fucsia y el negro en las lesiones musculares, el negro y el azul en las ligamentosas, el azul en las inflamatorias o linfáticas. Los colores cálidos concentran temperatura y los fríos la dispersan.

Contraindicaciones:

- Desconocimiento de la técnica de empleo y de sus indicaciones.
- Colocación encima de heridas abiertas. La venda no es estéril, así que se desaconseja aplicarlo de forma directa sobre una herida en la piel.
- Trombosis. El esparadrapo mejora la circulación sanguínea, de modo que un vendaje sobre la trombosis podría quizás provocar que se suelte un trombo.
- Traumatismos severos.
- Edema general. En el caso de edema general por causa de problemas cardiacos o renales la circulación no debe ser aumentada.
- Carcinomas.
- Embarazo. A través de las relaciones segmentarias se puede influir en el útero.
- Auténtica alergia a los materiales utilizados cuando el esparadrapo empieza a irritar o produce incomodidad.
- En pacientes diabéticos.
- Piel irritada.

Ejercicio con resitencia con bandas elásticas

Introducido en 1978 por la compañía *The Hygenic Corporation* en Akron, Ohio con una serie de bandas de colores, la marca Thera-Band® representa hoy productos de resistencia y programas de entrenamiento probados para fortalecer los músculos y mejorar la movilidad, y flexibilidad.

EQUIPOS DE MEDICIÓN

Novedades en las mediciones-goniometría

El **BioGD** es un programa de goniometría digital sobre imágenes fotográficas. Es una aplicación desarrollada para facilitar y mejorar las mediciones gonio métricas y las evaluaciones posturales. La popularidad de la fotografía digital brinda la posibilidad de implementar un sistema de medición de suma exactitud. utiliza el procesamiento digital de imágenes y distintos algoritmos de cálculos trigonométricos para obtener resultados más confiables. La practicidad y precisión de los métodos de medición de ángulos, longitudes y desplazamientos.

Funciones principales

- Medición de ángulos, longitudes y desplazamientos sobre las imágenes.

- Evaluación de posturas por medio de marcas de referencia sobre las imágenes.
- Comparación de imágenes por superposición y paralelismo.
- Comunicación visual de información sobre las imágenes.
- Edición y procesamiento de imágenes para su adecuación a las necesidades particulares.
- **Acelerometros:** los acelerómetros proporcionan medidas de la actividad física y valoración del sueño/despertar durante 24 h incluyendo; aceleración prima, gasto energético, ratios MET, pasos dados, intensidad de la actividad física, intervalos R-R de ritmo cardiaco, posición corporal y luz ambiental. Tanto los acelerómetros como los inclino metros digitales se emplean con equipos de telemetría a distancia para valorar la productividad de los deportistas de alto rendimiento.

Rehabilitación virtual

En las terapias de rehabilitación interactivas el paciente no sólo ve un vídeo o animación del ejercicio a la velocidad, ritmo, amplitud de movimientos y número de repeticiones que se le han recomendado, sino que además diferentes sensores captan su actividad, sus movimientos. Esos sensores podrían ser cámaras situadas encima de la televisión, o algunos marcadores para llevar puestos encima o algún dispositivo que se sujete sobre una parte del cuerpo, mandos para llevar en la mano u otros.

El sistema debería ser lo suficientemente inteligente para responder a los cambios y errores del paciente, así como para incluir ejercicios más complicados según un plan prefijado al conseguir unos objetivos determinados. De todos esos sensores para rehabilitación virtual, quizá los más famosos son los giroscopios y acelerómetros que, por ejemplo, el Wii los incluye.

Lesiones medulares y realidad virtual y neurorobótica para acelerar la rehabilitación del ictus

El término ictus procede del latín y significa golpe o ataque. Su correspondencia anglosajona *stroke* tiene significado idéntico, ambos expresan lo mismo y describen el carácter brusco y súbito del proceso. Es conocido por múltiples nombres: infarto cerebral, trombosis, embolia, derrame cerebral, apoplejía; lo que origina una gran confusión en cuanto al concepto y la diferenciación entre sus diferentes tipos.

El término ictus o enfermedades cerebrovasculares hace referencia a cualquier trastorno de la circulación cerebral, en general de comienzo brusco, que puede ser consecuencia de la interrupción de flujo sanguíneo a una parte del cerebro (isquemia cerebral) o la rotura de una arteria o vena cerebral (hemorragia cerebral). Aproximadamente 75 % de los ictus son isquémicos y el 25% hemorrágicos.

La IK4 participa en el proyecto HYPER, que busca mejorar la calidad de vida de personas con limitaciones motoras. Acelerar el proceso de recuperación de las personas que sufren discapacidad motora. Este es el objetivo del proyecto de investigación HYPER, que emplea neurorobótica, neuroprotésica y realidad virtual para mejorar la calidad de vida de pacientes que tienen limitada su movilidad.

Se trata de la principal investigación en curso en este ámbito en España, bajo la coordinación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). En marcha desde 2010, el proyecto ha dado lugar al desarrollo de un conjunto de sistemas innovadores que facilitan nuevas terapias de rehabilitación y nuevos sistemas de compensación de la marcha en pacientes con lesiones medulares o infartos cerebrales.

El prototipo

Un sofisticado prototipo de rehabilitación para pacientes con ictus o lesión medular que se basa en el uso de un exoesqueleto que monitoriza los movimientos del brazo, realiza una estimación de alta precisión de su postura en tiempo real y emplea la realidad virtual para recrear situaciones de la vida cotidiana.

La principal ventaja de estas herramientas radica en que permitirán que los procesos de rehabilitación comiencen más temprano, se lleven a cabo de una forma más intensiva y amena para el paciente, y contribuyan a una recuperación más rápida y completa. Los sistemas diseñados facilitan también un análisis cuantitativo de los avances que hacen los pacientes, lo que será de gran utilidad en la evaluación clínica por parte de los profesionales que trabajan en el proceso de rehabilitación.

El NESS H200

La compañía Bioness**,** Inc**.,** con sede en Valencia, CA, utiliza la estimulación eléctrica funcional (FES, por sus siglas en inglés) para ayudar a restaurar la función de la mano, reducir los espasmos musculares, y

prevenir la atrofia en pacientes que sufren de funcionalidad reducida o parálisis completa de la mano, después de una lesión de la médula espinal o accidente cerebrovascular.

Es un sistema de estimulación muscular para la rehabilitación de la mano que puede ayudar a los pacientes a recuperar la funcionalidad de la mano debido a un ictus, daño cerebral por traumatismo, lesión incompleta de la médula espinal y otras patologías neurológicas.

Está formado por dos componentes de última generación: una ortesis ligera y cómoda y una unidad de control de la mano. El funcionamiento es sencillo. La ortesis tiene cinco electrodos superficiales que se adaptan al antebrazo y a la mano. El especialista regula la unidad de control que envía los pulsos eléctricos a los electrodos de la ortesis permitiendo a los pacientes agarrar, pellizcar y liberar con los dedos y el pulgar.

Técnicas nuevas en fisioterapia

Punción seca. La punción seca (PS) o *dry needling* se define como la técnica invasiva por la cual se introduce una aguja de acupuntura en el cuerpo sin introducir sustancia alguna. Al no emplear ningún agente químico, se considera que este estímulo mecánico constituye un agente físico, el cual permite clasificar la técnica como fisioterapia invasiva.

Punción superficial o técnica de Baldry

Consiste en introducir agujas de acupuntura en la piel y en tejido celular subcutáneo que recubre el punto gatillo miofacial (PGM). La aguja se puede introducir con una profundidad máxima de 1 cm y mantener puesta durante unos 15 min, durante los cuales se puede manipular con el fin de provocar algún estímulo doloroso en el paciente.

Punción profunda

1. **Técnica de entrada-salida rápida de Hong:** consiste en la entrada y salida rápida al PGM, produciendo una respuesta de espasmo local (REL).
2. **Técnica de estimulación intramuscular de Gunn:** consiste en la punción de los músculos paravertebrales profundos de los segmentos relacionados con las zonas de dolor del paciente y la punción de músculos periféricos en los que se puede evidenciar acortamiento.

FIBRÓLISIS DIACUTÁNEA

La fibrólisis diacutánea es un método de tratamiento de las algias mecánicas del aparato locomotor. Su mecanismo de acción consiste en la destrucción de las adherencias y corpúsculos irritativos que se forman entre los diferentes planos de deslizamiento de los tejidos blandos, por medio de unos ganchos aplicados sobre la piel.

Esta técnica fue creada por el fisioterapeuta sueco Kurt Ekman. Se emplea en el tratamiento de diversas patologías que afectan al aparato locomotor, en especial aplicada a nivel de tejidos blandos. Su acción de liberación entre los tabiques interaponeuróticos o míoaponeuróticos restaura el correcto deslizamiento de los diferentes planos anatómicos durante el movimiento y resuelve los posibles fenómenos compresivos que pueden ser causa de dolor y disfunción. Después de probar diferentes materiales (hueso, madera, plástico, latón), Ekman diseñó una serie de ganchos de acero que respondían a las exigencias de su método.

En la actualidad, el material utilizado para realizar la fibrólisis diacutánea consiste en una serie de ganchos de acero inoxidable. Cada gancho presenta una curvatura diferente, permitiendo abordar las múltiples estructuras y relieves anatómicos que se interponen entre la piel y la estructura a tratar.

Cada instrumento termina en una espátula cuyo ensanchamiento permite disminuir la presión ejercida sobre el tejido, de manera que se reduce la irritación cutánea que podría provocar el instrumento sobre la piel.

La espátula o gancho presenta una superficie externa convexa y una superficie interna plana, por lo que se forma entre ellas un ángulo abiesado y un borde redondeado. Esta configuración permite acceder con mayor facilidad a los tabiques intermusculares y estimula de manera más selectiva las fibras conjuntivas finas y los pequeños corpúsculos y adherencias.

La técnica consta de tres fases sucesivas:

- Palpación digital.
- Palpación instrumental.
- Fibrólisis.

Indicaciones:

- Adherencias fibrosas a consecuencia de traumatismos.

- Fibrosis cicatriciales posquirúrgicas.
- Algias (inflamatorias o no inflamatorias) del aparato locomotor: miositis, epicondilitis, tendinitis, periartritis escapulohumeral, pubalgias, lumbago, tortícolis, entre otras.
- Neuralgias consecutivas a una irritación mecánica de los nervios periféricos: occpitalgia de Arnold, neuralgia cervicobraquial e intercostal, ciatalgias, cubitalgia, entre otras.
- Síndromes tróficos de los miembros: algoneurodistrofia, síndrome del túnel carpiano, síndrome compartimental muscular, entre otros.

Contraindicaciones:

- Mal estado de la piel: piel diáfana, melanomas, entre otros.
- Mal estado trófico del sistema circulatorio: fragilidad capilar, varices, adenomas, entre otras.
- Pacientes con tratamiento anticoagulante.
- Contraindicado en niños y ancianos.

ACUPUNTURA

La acupuntura nació en China hace más de 3000 años, en algunos documentos está situada entre los años 2696 a 2598 a. de C. Esta antigua ciencia que ha sido perfeccionada durante miles de años, forma parte de la medicina tradicional china y se basa en la inserción y la manipulación de finas agujas en puntos específicos (llamados en chino *xue*) del cuerpo, con el fin de mejorar el flujo y equilibrio de energía a lo largo de estos meridianos que atraviesan nuestro cuerpo.

Electroacupuntura

Es una técnica muy útil en el tratamiento de distintas patologías, siendo de elección en el tratamiento del dolor, ya sea éste de etiología nociceptiva (osteomuscular), visceral, neuropático o una totalgia (dolor generalizado). Consiste en la aplicación de corriente eléctrica, mediante electrodos, a las agujas de acupuntura. Para hacer esta técnica se pueden seguir criterios según la Medicina Tradicional China o realizarla de acuerdo a la Acupuntura Médica Contemporánea, que se basa en los conocimientos de la anatomía y la neurofisiología aplicadas a la acupuntura.

BIBLIOGRAFÍA

Andersson KE, Chapple CR, Cardozo L *et al.*: El tratamiento farmacológico de la vejiga hiperactiva: informe de la Consultación Internacional sobre Incontinencia. Current Opinion in Urology, 2009;19:380.

Aguirre T, Achalandabaso M: Vendaje Neuromuscular. En *Kinesiology Tape Manual. Aplicaciones Prácticas*.

Bauer R, Dehnert C, Schoene P, Filusch A *et al.*: Skeletal muscle dysfunction in patients with idiopathic pulmonary arterial hypertension. RespirMed. 2007; 101:2366-9.

Bilbao A, Barrios A, Muñoz J, Loix N, Manzisidor I: Control laws for chatter suppression in milling using an inertial actuator.

Dommerholt J, Mayoral Del Moral O, Gröbli C: Trigger Point Dry Needling. The Journal of Manual & Manipulative Therapy, 2006.

Galie N, Manes A, Negro L, Palazzini M *et al.*: A meta-analysis of randomized controlled trials in pulmonary arterial hypertension. Eur Heart J. 2009; 30:394-403.

Gopal M, Haynes K, Bellamy SL, Arya LA: Las tasas de interrupción de los medicamentos anticolinérgicos utilizados para el tratamiento de los síntomas del tracto urinario inferior. Obstet Gynecol, 2008; 112:1311 a 1318

Hartmann KE, McPheeters ML, Biller DH *et al.*: El tratamiento de la vejiga hiperactiva en mujeres. AHRQ Evidencia Informe / Tecnología de Evaluación Nº 187. (Preparado por el Centro de Práctica Basada en Evidencia de Vanderbilt bajo el Contrato No. 290-2007-10065-I). AHRQ Publicación No. 09-E017. Consultado el 25 de octubre 2010 en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/bookshelf/br.fcgi?book=erta187.

Kenzo K, Tatsuyuki H y Tomoki O: *Kinesio Taping Perfect Manual*, Tokyo: Ken Ikai Information, 1996.

Kenzo K: *Illustrated Kinesio Taping*, Tokyo: Ken Ikai Information, 1997.

Kenzo K: *Advanced Kinesio Technique*. Tokyo: Kinesio Taping Association, 1998.

Mayer, R: Neuromodulación - ¿Quién, qué, cuándo, dónde y por qué. J Urol, 2010;183: 17-18.

Mayoral O: Fisioterapia invasiva del síndrome de dolor miofascial. Fisioterapia. 2005.

Mayoral O: Tratamiento fisioterápico invasivo de los puntos gatillo

miofasciales. En: ONCE, editor. Fisioterapia en el síndrome de dolor miofascial. Madrid: ONCE, 2002.

Mayoral O, Romay H: Fisioterapia conservadora del síndrome de dolor miofascial. Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología. 2005.

Olaskoaga P, Urreta H, Gorostiaga G, Olaizola A, Sanchez A, de la Iglesia I: Design, set-up and test of completely levitating contactless micro-milling machine linear axis.

Pinto R, Ricondo I, Uriarte A, Taisch M: Delivery reliability in non-hierarchical networks: evidence from the machinery sector. International Conference on Advances in Production Management Systems.

Ricondo I, Serrano I, Uriarte A: Application and validity of Lean production in non-serial machine tool manufacturing - pilot case at a Spanish grinder manufacturer. International Conference on Advances in Production Management Systems.

Simons DG, Travell JG, Simons LS: *Dolor y disfunción miofascial. El manual de los puntos gatillo*. Vol. 1. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2002.

Sitbon O, Humbert M, Nunes H *et al.*: Long-term intravenous epoprostenol infusion in primary pulmonary hypertension: prognostic factors and survival. J Am Coll Cardiol. 2002; 40:780-8.

Sun XG, Hansen JE, Oudiz RJ, Wasserman K: Exercise patho-physiology in patients with primary pulmonary hypertension. Circulation. 2001; 104:429-35.

Travell JG, Simons DG: *Dolor y disfunción Miofascial. El manual de los puntos gatillo*. Vol. 2. Madrid: Editorial Médica Panamericana, 2004.

Urreta H: Cojinetes hidrodinámicos activos lubricados con fluidos magnéticos.

Urreta H, Agirre A, Leicht Z, Otaegi U: High Response Fast Tool Servo for Ultraprecision Turning.

Zatarain M, Ruiz I: La Mecatrónica en las máquinas herramienta. Situación actual y tendencias.

Glosario

Alto riesgo neurológico: se refiere a aquellos niños cuyas complicaciones obstétricas están estructuradas de modo multifactorial.

Amplitud: refleja la intensidad de la corriente, la máxima amplitud se refiere a l punto más alto de cada tipo.

Aparato de Golgi: Consiste en un conjunto de estructuras de membrana que forma parte del elaborado sistema de membranas interno de las células. Se encuentra más desarrollado cuanto mayor es la actividad celular.

La unidad básica del organelo es el sáculo, que consiste en una vesícula o cisterna aplanada. Cuando una serie de sáculos se apilan, forman un dictiosoma**.** Además, pueden observarse toda una serie de vesículas más o menos esféricas a ambos lados y entre los sáculos. El conjunto de todos los dictiosomas y vesículas constituye el aparato de Golgi.

Campo eléctrico: es el espacio donde fluyen las carga eléctricas.

Centro de gravedad: se forma adelante del L5, S1 y S2.

Ciclo: número de periodos por unidad de tiempo.

Codo de tenista: es una lesión del nervio radial y cubital, e inflamación del tendón supinador.

Coordinación: actividad armónica donde cooperan diferentes grupos musculares en una función regulada por el cerebro.

Corriente eléctrica: desplazamiento, flujo de electrones en un conductor.

Corrientes interferenciales: fenómeno que se presenta cuando se aplican dos o más oscilaciones al mismo punto y se produce interferencia.

Crecimiento: es el aumento del tamaño corporal, del conjunto o sus partes.

Deficiencia: toda pérdida de sustancia o una alteración de una función psicológica, fisiología o anatómica.

Desarrollo: incremento de la facilidad y complejidad con que se realiza

una función.

Desarrollo psicomotor: proceso continuo mediante el cual un niño adquiere habilidades más complejas de modo gradual.

Debilidad visual: la incapacidad de la función visual, después del tratamiento médico o quirúrgico, cuya agudeza visual con su mejor corrección convencional sea de 20/60, a percepción de luz o un campo visual menor a 10o pero que la visión baste para la ejecución de sus tareas.

Diatermia: es la aplicación de energía de alta frecuencia, la cual se emplea para generar calor en los tejidos corporales, como resultado de la resistencia tisular al paso de la energía.

Dilatación: aumento del tamaño de un cuerpo en relación con la temperatura.

Discapacidad: es toda reducción parcial o total de la capacidad para realizar una actividad de un modelo o en unos límites considerados como normales.

Discapacidad neuromotora: la secuela de una afección en el sistema nervioso central (SNC), periférico o ambos y al sistema musculosquelético.

Discapacidad visual: agudeza visual corregida en el mejor de los ojos, igual o menor de 20/200 o cuyo campo visual es menor de 200.

Dolor: sensación desagradable en el cuerpo causado por un estímulo nocivo.

Edad ósea: técnica para calcular la edad según las fases de calcificación en distintos huesos del cuerpo humano.

Edema: acumulación de líquido en el espacio intercelular.

Eje: línea imaginaria utilizada como lugar de referencia y alrededor de la cual puede rotar el organismo, o cualquiera de sus partes.

Ejercicios activos asistidos: ejercicios que se realizan de manera voluntaria por parte del paciente con ayuda del terapeuta.

Ejercicios activos: actividad física que realiza el paciente sin ayuda.

Ejercicios contrarresistencia: realizados por el paciente contra una resistencia manual o mecánica.

Ejercicios de autoelongación: actividad física realizada por el propio paciente, le sirven para alargar la columna vertebral.

Ejercicios de estiramiento: sirven para elongar los músculos, tendones y envoltura blanda de las articulaciones.

Ejercicios de Frenkel: actividad física para mejorar la coordinación.

Ejercicios isométricos: actividad física sin cambio en la longitud del músculo.

Ejercicios isotónicos: ejercicio activo sin cambio en la fuerza de contracción muscular, pero con acortamiento del músculo.

Ejercicios pasivos: actividad física realizada por el terapeuta sin contracción muscular por parte del paciente.

Electrodo de doble canal: realiza dos funciones con un solo electrodo.

Electrodo para protesis mioeléctrica: electrodos situados en el interior del encaje, los cuales sirven para captar la energía eléctrica desarrollada por la musculatura del muñón al contraerse.

Electroencefalograma: registro gráfico de la actividad del cerebro, obtenida por la aplicación directa del cráneo de electrodos adecuados.

Electroestimulación: terapia que utiliza la energía eléctrica de baja intensidad para conseguir contracciones musculares.

Electromiografía: técnica exploratoria empleada para el estudio de los trastornos motores en especial los de origen neuromuscular periférico.

Electroneurografía: técnicas basadas en la estimulación percutánea de las fibras nerviosas periféricas y en el registro de sus potenciales de acción, permiten el estudio de la velocidad de conducción nerviosa.

Electroterapia: empleo de la electricidad con fines terapéuticos.

Embolia arterial: oclusión arterial aguda producida por un émbolo.

Embolia gaseosa: obstrucción producida por burbujas de aire.

Eminencia hipotenar: espacio medial de la región palmar.

Eminencia tenar: región palmar externa a nivel de la base del pulgar.

Empeine: porción media del dorso del pie.

Empuñadura: zona de los bastones y muletas que sirve para el sostén con la mano.

Encaje: receptáculo de la prótesis que sirve para alojar el muñón.

Encaje 3S: enlace de silicón *(silicon sution socket)*.

Encaje cuadrangular: ajuste de morfología cuadrangular que se utiliza en las prótesis femorales.

Encaje de contacto total: enganche de contacto total con toda la piel del muñón.

Encaje flexible: acoplamiento con estructura rígida de fibra de carbono y otra de un material más blando para adaptarse a los cambios de volumen del muñón.

Encaje KBM: acoplamiento que cubre los cóndilos femorales y emplea una cuña adosada al cóndilo interno del muñón, como sistema de

suspensión de la prótesis.

Encaje PTB: encaje utilizado en las amputaciones tibiales *(patelar tendón bearing)*.

Encaje PTS: enlace que se emplea en las amputaciones tibiales, el cual cubre los cóndilos y la rotula (prótesis tibial suprarotuliana).

Encaje SAT-SAM: encaje también llamado de contención isquiática, con forma ovalada se utiliza en las prótesis femorales.

Encaje tipo munster: acoplamiento que se utiliza en las amputaciones de antebrazo, cubre los cóndilos y el olécranon.

Encéfalo: parte del sistema nervioso central, el cual comprende el cerebro, cerebelo, protuberancia y vulvo.

Encefalopatía: cualquier enfermedad del encéfalo.

Enfermedad: alteración del estado fisiológico normal de alguna parte del organismo o su totalidad.

Enfermedad autoinmunitaria: se produce como consecuencia de una reacción inmunitaria del organismo contra si mismo y mediada por anticuerpos.

Enfermedad congénita: alteración ya existente en el momento de nacimiento.

Enfermedad de Alzheimer: trastorno degenerativo de la corteza cerebral, el cual produce demencia y cursa con atrofia cerebral difusa.

Enfermedad de Bell: parálisis del nervio facial.

Enfermedad de Buerger: se caracteriza por inflamación de la capa interna de las arterias, su localización frecuente es en extremidades inferiores.

Enfermedad de Charcot-Marie-Tooth: neuropatía hereditaria que produce una degeneración de los nervios periféricos y raíces, dando lugar a una atrofia muscular distal.

Enfermedad de Duchenne: distrofia muscular infantil de carácter hereditario con inicio en la edad de comienzo de la deambulación. Dejan de caminar sobre los 10 años.

Enfermedad de Dupuytren: contractura de la aponeurosis palmar, con flexión retráctil de los dedos.

Enfermedad de Friedrich: ataxia hereditaria que se caracteriza por ausencia de reflejos osteotendinosos y disminución de la sensibilidad profunda.

Enfermedad de Ménière: vértigo auditivo o laberíntico.

Enfermedad de Parkinson: se caracteriza por temblor de reposo, rigidez,

bradicinecia y alteración de los reflejos.

Enfermedad de Quervain: tenosinovitis crónica del abductor largo del primer dedo.

Enfermedad de Thompson: miotonía congénita.

Enfermedad de Werning Hoffman: atrofia muscular por degeneración de la médula espinal.

Enfermedad esencial: todo padecimiento de causa desconocida.

Enfermedad funcional: trastorno sin alteraciones anatómicas.

Enfermedad idiopática: trastorno del cual se desconoce la etiología y la patogenia.

Enfermedad orgánica: aquella que se relaciona con cambios morfológicos en tejidos, órganos o ambos.

Escápula: hueso plano de la región posterior del hombro.

Escapula alada: anomalía que se caracteriza por la separación de la escápula del tórax.

Escaras: lesión de la piel que aparece en pacientes con largos periodos de reposo en cama y alteraciones neurológicas.

Esclerosis lateral amiotrófica: degeneración progresiva de las neuronas que forma el fascículo corticospinal y de las motoneurona localizadas en el tallo cerebral.

Escoliometro: instrumento para valorar el grado de escoliosis.

Escoliosis congénita: ocasionada por una o varias malformaciones vertebrales de causa congénita.

Escoliosis estructurada: escoliosis presente al final del crecimiento con poca flexibilidad.

Escoliosis: desviación lateral de la columna vertebral.

Esfínter: estructura muscular que tiene como función obliterar un orificio natural.

Esguince: lesión de una articulación que afecta los tejidos blandos sin luxación.

Espasmo: contracción involuntaria de los músculos, producida por un movimiento reflejo.

Espasticidad: elevación del tono muscular y una exacerbación de los reflejos musculares profundos.

Espina bífida: defecto congénito producido por la fusión incompleta del arco vertebral posterior.

Espirometría: método de exploración funcional del aparato respiratorio.

Espolón calcáneo: prominencia ósea que crece en la cara plantar del

calcáneo.

Espondilitis: inflamación de una o varias vértebras.

Espondilosis: lesiones degenerativas de la columna vertebral.

Estenosis: estrechez anómala de un orificio o conducto.

Estepaje: alteración de la marcha, característica de la parálisis del ciático popitleo externo.

Esternón: hueso que forma la pared ventral de tórax

Estimulación eléctrica: aplicación de corriente eléctrica para estimular y recuperar de manera parcial el funcionamiento de un músculo, debido a una lesión neurológica.

Estimulación múltiple temprana: es el proceso que se utiliza de manera precoz y oportuna para llevar al máximo las posibilidades físicas e intelectuales del niño, mediante una estimulación regulada y continuada que se realiza en todas las áreas sensoriales.

Estimulación nerviosa transcutánea (**TENS**, por sus siglas en inglés): estimulación eléctrica de los nervios para el alivio del dolor, por la emisión de una corriente a través de la piel.

Estiramiento: es aumentar la amplitud del movimiento.

Eversión del pie: movimiento que se caracteriza por lesión plantar, pronación y abducción.

Extraarticular: situado fuera de la articulación.

Física: ciencia que estudia los fenómenos físicos de la materia.

Fluidoterapia: aire caliente controlado por un termostato que pasa a través de una almohadilla de sólidos divididos finamente, lo cual produce una mezcla seca tibia semifluida que produce calor, en la cual se puede sumergir las extremidades.

Fortalecimiento isocinético: es un movimiento de velocidad constante con cargas variables.

Fortalecimiento isométrico: cuando el músculo desarrolla una tensión y la longitud total del músculo se acorta.

Fortalecimiento isotónico: contracción sostenida sin acortamiento muscular.

Fractura de Colles: fractura de cúbito y radio, puede ser fractura de una luxación de la otra y viceversa.

Frecuencia: número de ciclos o desviaciones por unidad de tiempo.

Fuerza: se mide en volts.

Grado de discapacidad: impacto de la restricción o ausencia de la capacidad para realizar una actividad, o función necesaria dentro de su

rol normal.

Hallux valgus: luxación metatarsiana en la primera falange del primer dedo del pie.

Hidroterapia: empleo del agua con fines terapéuticos.

Hombro congelado: es una capsulitis adhesiva, la cápsula se fija e impide el movimiento.

Integración social: estadio en el cual una persona con discapacidad logra realizar una actividad o función necesaria dentro de su rol normal.

Intensidad: se mide en amperes.

Láser: es la amplificación de la luz por emisión estimulada de la radiación con fines terapéuticos.

Lesión de ciático: lesión del nervio ciático mayor, puede ser parcial o total.

Lesión del nervio cubital: mano en garra provocada por atrofia de los músculos interóseos.

Lesión del nervio mediano: mano de predicador.

Lesión del nervio radial: mano en péndulo.

Luminoterapia: empleo de la luz con fines terapéuticos.

Maduración: son patrones internos de cambios como, forma y habilidad entre otros parámetros del desarrollo.

Mecanoterapia: movimiento con o sin aparatos con fines terapéuticos.

Minusvalía: desventaja social o de situación para el individuo, derivada de una deficiencia o de una incapacidad, la cual limita o impide la realización de una función normal relacionada con la edad, sexo y factores socioculturales.

Mitocondrias: organelos presentes en todas las células aerobias, encierran los sistemas enzimáticos responsables de la oxidación de los alimentos, de la síntesis del ATP y del acoplamiento de ambos procesos. Constituyen un complejo multienzimático cuya estructura, enlazada de manera estrecha con la mitocondria, es el objeto de intensas investigaciones.

Se encuentran mitocondrias en todas las células aerobias animales y vegetales. Su número por célula varía de 10 a 10.5 según los casos. Su forma y su tamaño son de manera semejante muy variables, pero en general, del orden de 3 micras de largo y de 1 micra de diámetro.

La definición de mitocondria es la de un organelo celular limitado por dos membranas. A la más interna se relacionan diversas estructuras, las crestas o *cristae*. La membrana externa es lisa y rodea una membrana

interna que lleva numerosas invariaciones. Son los pliegues de la membrana interna, las cuales dan nacimiento a las estructuras llamadas *cristae*. Si se les observa al microscopio electrónico después de una impresión negativa al fosfotungstato, aparecen cubiertas de subunidades esféricas.

Modulación: cualquier alteración o variación de la duración de la amplitud.

Movilización: desplazar las articulaciones para activar su capacidad funcional dentro de los rangos permitidos por éstas.

Movilización activa: la realizada por el paciente solo y sujeta a su voluntad.

Movilización pasiva: provoca el movimiento fisioterapeuta.

Movilización resistida: es con resistencia alterna al movimiento.

Onda: es la representación gráfica de la forma, dirección, amplitud y duración de una corriente eléctrica.

Pata de ganso: unión de los músculos isquiotibiales, fascia lata y semimembranoso.

Periodos: intervalo de tiempo que transcurre hasta volver a la magnitud inicial, después de haber pasado las fases de un ciclo.

Pie cavo: aumento del arco longitudinal.

Pie plano: falla de la fascia plantar con descenso metatarsiano.

Posición prona: paciente boca abajo.

Posición supina: paciente boca arriba.

Potencia: se mide en watts.

Prevención de discapacidad: las acciones emprendidas por un grupo multidisciplinario, dirigidas a evitar la aparición y estructuración de secuelas que impliquen la restricción o ausencia de la capacidad de realizar una actividad, dentro del margen que se considera normal para el ser humano.

Primer nivel de atención: al que proporciona servicios al usuario, a la familia y a la comunidad de tipo integral, preventivo, curativo y de rehabilitación, apoyados en estudios de laboratorio y gabinete de baja complejidad, así como promoción de la salud, educación para la salud, fomento sanitario e investigación, orientados sobre todo a los problemas de salud de mayor frecuencia y realizan acciones de referencia a otro nivel, se consideran como ejemplos: módulos básicos de rehabilitación, unidad básica de rehabilitación y otros similares.

Reeducación muscular: volver a educar a un músculo para que realice su

función.

Rehabilitación: según la Organización Mundial de la Salud (OMS) la define como un proceso encaminado a lograr que las personas con discapacidad estén en condiciones de alcanzar y mantener un estado funcional óptimo, desde el punto de vista físico, sensorial, intelectual, psíquico o social de manera que cuente con medios para modificar su propia vida y ser independiente.

Rehabilitación integral: utilización combinada de actividades médicas, físicas, ocupacionales, mecánicas y psíquicas para integrar al paciente a los ámbitos familiar y laboral o escolar al potencializar sus funciones remanentes, para tener una vida productiva.

Resistencia: se mide en ohms.

Sacroileítis: inflamación entre el sacro y el ilion.

Segundo nivel de atención: al que proporciona atención médica en las cuatro especialidades básicas: cirugía general, medicina interna, gineco-obstetricia y pediatría, así como otras complementarias y cuatro áreas de apoyo: anatomía patológica, laboratorio clínico, anestesiología y radiología, además de acciones de referencia y contrarreferencia. En materia de rehabilitación se consideran como ejemplos: centros de rehabilitación integral, servicios de medicina física, servicios de fisioterapia y otros similares.

Tendinitis: inflamación de la vaina del tendón.

Terapia física: es el empleo de los agentes físicos, ejercicios terapéuticos y técnicas para la rehabilitación de los pacientes con alguna discapacidad, con objeto de lograr la deambulación y movimientos útiles en la vida diaria.

Tercer nivel de atención: al que realiza docencia, investigación y formación de recursos humanos, además proporciona atención médica de alta complejidad y rehabilitación integral en donde la referencia de casos se caracteriza por personas con discapacidad severa o de difícil diagnóstico. En materia de rehabilitación se consideran como ejemplos: centros de rehabilitación, centros de rehabilitación y educación especial, unidad de medicina física y rehabilitación, institutos nacionales de salud y otros similares.

Termoterapia: utiliza el calor con fines terapéuticos.

Tono muscular: es el equilibrio entre las fuerzas de los músculos agonistas y antagonistas.

Tracción: es la fuerza de distensión que se aplica a un segmento corporal.

Ultrasonido: vibraciones mecánicas con fines terapéuticos, con frecuencia superior a los 20 megahertz.

Lecturas recomendadas

Aure OF, Nilsen JH, Vasseljen O: *Manual therapy and exercise therapy in patients with chonic low back pain.* A randomized, controlled trial with I-year follow-up. Spine 2003,28.S25-32

Downie P: *Afecciones médicas para fisioterapistas*. Barcelona, España: Ed. Jims, 1991.

Downie P: *Neurología para fisioterapistas*. Buenos Aires, Argentina: Ed. Panamericana, 1989.

Esenyel M, Caglar N, Aldemir T: Treatment of myofascial pain. Am J Phys Med Rehabil, 2000;79:48-52.

Foster NE, Thompson KA, Baxter GD, Allen JM: Management of non-especific low back pain by physiotherapist in Britain and Ireland. Spine 1999;24:1332-1342.

Häkkien A, Häkien K, Hannonen P, Alen M: Strenth training induced adaptation in neuromuscular fuction of premenpausical women. Ann Rheum Dis, 2000;60:21-26.

Happenfeld S: *Neurología ortopédica*. México: Ed. Manual Moderno, 1981.

Hérnandez G R: *Deficiencias cerebrales infantiles*. Madrid, España: Pablo del Rio Editor, 1977.

Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) Análisis del mercado de la tecnología de la rehabilitación. Valencia: IBV.1995.

Ito M, Azuma Y, Ohta T *et al*.: Effects of ultrasound and I,25-dihydroxyvitamin D3 on growth factor secretion in co-cultures of osteoblasts and endotelial cells. Ultrasouns Med Biol, 2000;26:161-166.

Jackson CE, Rosenfeld J: Motor neuron disease. Phys Med Rehabil Clin North Am, 2001;12(2):335-352.

Koes BW, van Tulder MW, Ostelo R *et al*.: Clinica Guidelines for the management of low back pain in primary care. An international comparasion. Spine, 2001;26:2504-2514.

Kohke F: *Medicina física y rehabilitación*. Buenos Aires, Argentina: Ed. Panamericana, 1984.

Lagunes R: *Síndrome de Down*. México: La Prensa Médica Méxicana, 1990.

Lo JK, Finestrone HM, Gilbert K, Woodbury MG: Comunita-based referals for electrodiag-nostic studies in patients with posible carpal tunel síndrome: what is the diagnosis? Arch Phys Med Rehabil 2002;83:599-603.

Miroslaw V: *Amputaciones y prótesis*. Barcelona, España: Ed. Jims, 1984.

Mitsumoto H, Chad DA, Pioro EP: Physical Rehabilitation. En: Mitsumoto H, Chad DA, Pioro EP, editors. Philadelphi: CFA Davis; 1998;360-361.

Mora Pardin JS: Tratamiento integral en un paciente con ELA. En: autores o editores La Esclerosis Lateral Amiotrófica. Barcelona: Prous Science; 1999.

Nava S J: *Neurología clínica*. México: Impresiones Modernas, 1978.

Nichols PJR: *Rehabilitación en medicina*. Barcelona, España: Ed. Salvat, 1985.

Raymond A: *Principles of Neurology*. USA: McGraw Hill, 1993.

Robinson AJ: *Clinical Electrophysiology*, Baltimore: Williams & Wilkins 1995.

Salter RB: *Trastornos y lesiones del sistema musculosquelético*. México: Ed. Salvat, 1987.

Simmons Z, Bremer BA, Robbins RA *et al*.: Quality of life in ALS depends on factors other than strength and physical function. Neurology, 2000;55(3):388-392.

Strakowski JA: Dupuytren's contracture: In: Walters R. Frontera, Julie K Silver. Essentials of Physical and Rehabilitation. Philadelphia: Hanley and Belfus Eds 2002,p.146-150.

Tachdjian M: *Ortopedia pediátrica*. México: Ed. Interamericana, 1988.

Tortora G: *Principios de anatomía y fisiología*. Madrid, España: Mosby/Doyma Libros, 1996.

Valenzuela RH: *Manual de pediatría*. México: Ed. Interamericana, 1991.